Jalasthiti jalagati aura
vayukatattva

ELEMENTS OF

Hydrostatics, Hydraulics and Pneumatics

IN HINDI

BY

NAVINA CHANDRA RAI.

Published under the Auspices of the

PUNJAB UNIVERSITY COLLEGE.

Lahore:

PRINTED BY BARKAT RAM, AT THE "ANJUMAN-I-PUNJAB," PRESS.

1882.

Price 8 Annas.

जलस्थिति जलगति और वायुकतत्व

श्रीनवीन चन्द्र राय कृत

पञ्जाब महाविद्यालय के निमित्त

लाहोर

सन १८८२ ई०

अञ्जुमने पञ्जाब प्रेसमे मुद्रित

भूमिका

यह पुस्तक निर्म्माण विद्या के अन्तर्गत नहर प्रभृति जल प्रणाली निर्म्माण रीति के तत्त्व प्रकरण रूपसे श्रीमन्महाराज जम्बू काश्मीराधिपति के निमित्त चेम्बर साहेब कृत अंगरेज़ी पुस्तक से अनुवादित हुई थी। अब यह पञ्जाब महाविद्यालय के विद्यार्थी पण्डितों के निमित्त "पञ्जाबयुनिवर्सिटी कालेज के व्यय से मुद्रित और प्रकाशित हुई। इसके सीखने से जल यन्त्र और वायु यन्त्रों के मूल तत्त्व भी सम्यक् रूप विदित होंगे। जो लोग बीजगणित और त्रिकोणमिति जानते हैं वे उन तत्त्वों के अनुसार आवश्यकीय गणना भी स्वयं कर सकेंगे, इस निमित्त गणना के ध्रुवों को सन्निविष्ट करके पुस्तक को क्लिष्ट करना अनावश्यक समझा गया।

निर्म्माण विद्या

तृतीयभाग

(जल प्रकरण।)

प्रथमअध्याय

जलस्थितिज्ञान

१। प्राचीन शास्त्रोंमे जल एक पृथक् महाभूत परिगणित हुआ है, पर अधुनातन समय मे विशेष परीक्षा द्वारा जाना गया कि जल एक संयुक्त वस्तु है। अम्लजन वा आक्सिजन और नोयजन वा हैड्रोजन नामक दो वायवीय वस्तुओं के रासायनिक योग से जल उत्पन्न होता है। जलको एक विशेष प्रक्रिया द्वारा उन वायवीय वस्तुओं मे परिणत कर सकते हैं। परन्तु यह विषय रसायन विद्या का है इसलिये उसका विशेष वर्णन यहां अप्राकरणीक है।

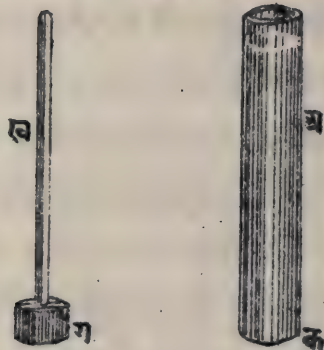
२। ठोस वस्तुकी न्याई जल मे यह स्वभाव जो है कि इ-

थिवी के गुरुत्व केन्द्र की ओर यह आकृष्ट होता है, अर्थात् नीचे को गिरता है, पर सारे द्रव और वायवीय वस्तुओं मे (अतएव जल मे भी) यह एक स्वभाव अधिक है कि उनका सब दिशा मे समान रूप दबाव पड़ता है। इसका एक दृष्टान्त यह है — एक मशक (चर्म्मपात्र) को सम्पूर्ण रूप जल से परिपूर्ण कर दो और उसका मुख ऐसा कसकर बांधो कि उसमे से जल न टपके, फेर उस मशक को किसी स्थान मे भींचो वा दबाओ तो वह दबाव केवल दबे हुए स्थान के नीचे के परमाणुओं पर हि नहि, वरन्च मशक के भीतर के सारे जल के प्रत्येक परमाणु पर समान रूप पड़ेगा। इसका प्रमाण यह है कि मशक के ऊपर नीचे पार्श्वमे अथवा किसी स्थान मे छिद्र करो, उसमे से प्राय समान वेग से जल निर्गत होगा। जो जल खुले पात्र मे स्थिर ठहरा रहता है, ऊपर को उसका दबाव दृष्ट नहि होता इसका हेतु यह है कि जलराशि का बोझ उसे नीचे दबाये रखता है (अर्थात् ऊपर के दबाव का बाधा करता है), पर यदि उसपर कुछ अतिरिक्त दबाव पड़े (यथा हाथ डालने से) तो जिधर पथ पावेगा ऊपर को उछलेगा वा निकलने की चेष्टा करेगा।

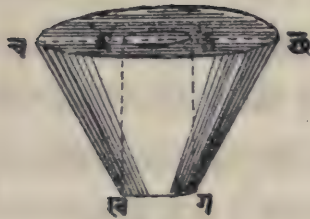
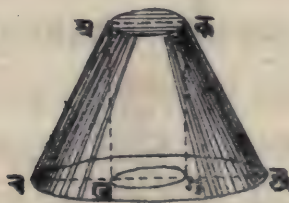
३। यह बात प्रसिद्ध है कि जल मे स्थितिस्थापकता गु-

ण नहि अर्थात वह वायु प्रभृति की न्याई खिंचकर स-
ङ्कुचित नहि होसकता, पर इनदिनों मे परीक्षासे ज्ञा-
त हुआ है कि वह पात्र मे बहुत बड़ा दबाव पड़ने से
जल कुछ थोड़ासा सङ्कुचित होकर घना होजाता है;
और यह भी निश्चय हुआ है कि समुद्र मे बहुत नीचे
ऊपर की अपेक्षा जल कुछ घना है; परन्तु जल का
सङ्कोच जो बड़े कष्ट से अत्यल्प होता है, इसलिये
व्यवहार मे इसे असङ्कोची अथवा स्थितिस्थापकता गु-
ण रहित समझ सकते हैं।

४। ऊंचाई के अनुसार दबाव, जलका तीसरा गुण है।
खुले पात्र मे जल, जिसके ऊपर कोई अतिरिक्त दबाव
नहि, अपने बोझ से निचले जल को दबाता है अतए-
व जल के भीतर किसी स्थानपर दबाव जानना हो तो
यह देखना होता है कि उसके ऊपर कितना जल है।
आस पास के जलसे अर्थात् जलराशि की लम्बाई चौ-
ड़ाई से दबाव मे कुछ न्यूनाधिकता नहि होती केवल
गहराई के अनुसार न्यूनाधिकता होती है, अर्थात्
गहराई ज्यों २ अधिक होगी दबाव भी त्यों २ अधिक
होता जायगा। इस नियम के कुछ दृष्टान्त देते हैं।

(चित्र १)

चित्र १ मे समान उंचाई के दो पात्र हैं। इन पात्रों की त-
ली समान है, पर सारा आकार समान नहि, अ क पात्र
की मोटाई नीचे से ऊपर तक समान है; ख ग पात्र मे
एक पतली नली ख, ग भागसे (जिसकी मोटाई अ क
पात्र के तुल्य है) युक्त है। यदि दोनों पात्रों को समान
उंचाई तक जलसे पूर्ण कर दें तो दवाव दोनों की तली
और पार्श्वपर समान होगा, पतली नलीके पार्श्वपर
मोटी नली के पार्श्व अपेक्षा दवाव कुछ न्यून न होगा,
क्योंकि गहराई समान है, लम्बाई चौड़ाई की न्यूनाधिक
ता से दवाव मे कुछ प्रभेद नहि होता। जो भाग ग का ख
के नीचे नहि है उसपर भी उतनाहि दवाव है जितना कि
ख के नीचे तलीपर क्योंकि जलका चारों ओर समान द-

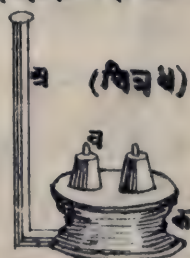
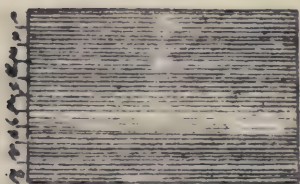
बाव होता है।

(चित्र २)

चित्र २ एक जल पात्र का है जिसका सिरा च छ तली ख ग की अपेक्षा चौड़ा है। इस पात्र मे जो जल पूर्ण है उसका अ क ख ग भाग तली के ऊपर ठहरा हुआ है, अतएव उस तलीय जल के उसी भाग का दबाव है, अधिक नहि, पार्श्व का जल पात्र के पार्श्व पर, और अ क ख ग जल भाग पर, दबाव करता है, पर ख ग तली पर कुछ भी दबाव नहि करता।

(चित्र ३)

पर उसी पात्र को यदि उलटा कर दें यथाचित्र ३ मे तो नली के एक वर्ग इञ्च पर तो उतनाहि दवाव होगा जितना कि चित्र २ की नली के एक वर्ग इञ्च पर क्योंकि जल की ऊंचाई समान है, पर सारी नली वक्ष पर (उसके वर्गमान के अनुसार) दवाव अधिक होगा। यद्यपि नली के खग भाग मात्र पर जलकी पूरी ऊंचाई है उसके अन्य भाग पर जल उतना ऊंचा नहि, तथापि खग पर जो दबाव है वह समान गहराई पर पार्श्वस्थ जलभाग पर भी उतनाहि दबाव करता है इसलिये सारी नली वक्ष पर समान दवाव है। इन दो दृष्टान्तों से इसका भी हेतु ज्ञान होता है कि पात्रका आकार कैसाहि हो जलका उपरला खुला सिरा सर्वत्र समान होता है क्योंकि पात्र का निम्नतम भाग सारे जलकी साधारण नली समझी जाती है और उस नलीपर ठहरा हुआ जल साम्यावस्था मे तभी होता है जब कि उसकी ऊंचाई समान हो, पात्रकी लम्बाई चौड़ाई द्वारा जलका परिमाण चाहे कैसाहि न्यूनाधिक हो।

अ (चित्र ४)

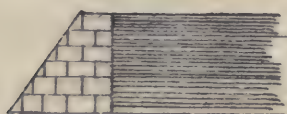
ब

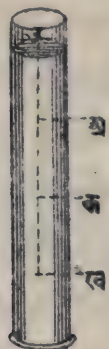
क

चित्र ४ एक जलीय भस्त्रा का है; इसमे अ एक पतली नली है जो भस्त्रा क के साथ युक्त है, भस्त्रा क के ऊपर और नीचे काष्ठ के गोल पटड़े लगे हैं और उनके बीच मे चमड़ा, ऊपर दो बाट रक्खे हुए हैं। नली अ मे यदि एक छटांक पानी हो, और उसके परिच्छेदमान से भस्त्रा के उपरले पटड़े का परिच्छेदमान यदि सहस्रगुण हो, तो नली का एक छटांक पानी भस्त्रे पर (१०००) सहस्र छटांक बोझ को उठासकेगा (पर भस्त्रा यदि दृढ़ हो और टूट फट न जाय)

(चित्र ५)

पात्र के पार्श्वदेश मे जल के दबाव का नियम समझने के लिये कल्पना करते हैं कि एक जलपात्र का आकार चित्र ५ की न्याई सम चतुष्कोण है; उसका एक पार्श्व मात्र चित्र मे अङ्कित है। इस पात्र मे १० फ़ुट ग-

हूरा जल है। सो एक २ फुट मोटा जल राशिका यदि पड़ा रद्दा कल्पना करें तो पात्रकी तलीतक दश रद्दे हुए। अब विवेच्य है कि पहिले और दूसरे रद्दे के सन्धिस्थल मे पानी का गहराव एक फुट है; अतएव वहां एक वर्ग इन्च पर १२ घन इन्च का दवाव पड़ता हैं, पर जल जैसे नीचे दबाता है वैसेहि पार्श्वमे भी दबाता है, सो वहां एक वर्ग इन्च पार्श्वपर १२ घन इन्च जलका दबाव होगा। दूसरे रद्दे की तली पर इससे दूना अर्थात् २४ घन इन्च का दबाव होगा। इसी रीति से दसवें वा निचले रद्दे की तलीपर दशगुण। एक वर्ग इन्च निचली तलीपर यदि १०×१२ घन इन्च का दबाव हुआ तो एक वर्ग फुटपर १० घन फुट का दबाव होगा। इस प्रकार से ऊपर से नीचे, प्रति एक फुट गहराई पर, एक वर्ग फुट के लिये, एक२ घन फुट दबाव बढ़ता जाता है। मध्यम दबाव जलराशिका ५ वें रद्दे पर है। सो सारे पार्श्व के दबाव निर्धारण करने के लिये यह नियम समझना चाहिये कि पार्श्व मे जितने वर्ग फुट होंगे उन्हें गहराई के आधे से गुणन करो और गुणनफल घन फुट दबाव होगा। फेर एक घन फुट पानीका जितना बोझ हो उससे उन घन फुटों को गुणन करने से पार्श्व पर दबावका बोझ

निकलेगा। पार्श्व चाहे सीधा खड़ा हो चाहे कुछ झु-
का हो उसके दबाव की गणना उक्त नियमानुसार हि
होगी। जलकी गहराई के अनुसार जो दबाव बढ़-
ता जाता है, इसलिये बाड़ की वा ठोकर की दिवालों
को ऊपर से नीचे की ओर क्रमशः मोटी करते आते हैं
जैसे चित्र ६ मे।

(चित्र ६)

पात्र वा दिवाल के पार्श्व पर दबाव जो जलराशि की चौ-
ड़ाई पर निर्भर नहि करता, इसलिये (जलकी गहरा-
ई समान होने से) चाहे नहर की वा तलाव की दिवा-
ल हो चाहे समुद्र की दिवाल हो उन पर (जल यदि
स्थिर हो) दबाव समान हि पड़ेगा। (वेग युक्त जलमे
वेग जन्य दबाव की आधिकाता की गणना पृथक्
होगी)। यदि ऐसा नियम न होता तो समुद्र के जलको
कोई तट भी रोक नहि सकता। जल के दबाव का
ऐसा नियम होने से समुद्र मे भी भरती पड़ जाती है,

जैसे कि वम्बिवालों ने (निकटस्थ एक पहाड़ से काट२ कर) मट्टी और पत्थर से समुद्र को कुछ दूरतक पाट दिया, और इस उपाय द्वारा अपने टापू की भूमि को कुछ बढ़ा लिया है।

(चित्र ५)

एक ऊंचे पात्र मे जलको भर कर उसके पार्श्वमे विभिन्न ऊंचाई पर यदि तीनछिद्र करें, जैसे चित्र ५ मे, तो उन मे से गहराई के अनुसार विभिन्न वेगसे जल निर्गत होगा। अ छिद्र से जितने वेगसे जल निकलेगा, क छिद्र से उससे अधिक वेगसे निकलेगा, और ख छिद्र से उससे भी अधिक वेगसे। इसका नियम (जो टॉरिसेली[1] नामक विद्वान ने प्रकाश किया था) यह है।

द्रव वस्तुके परमाणु छिद्र से निकलने के समय वही वेग रखते है जैसाकि वे शून्य मे स्वाधीन भावसे इतने

(१) Torricelli

दूर गिरने मे रखते जितनी कि उनके उपरितल से छिद्र के मध्य की दूरी है। यथा, उक्त चित्र मे अ छिद्र से जो जल निर्गत होगा वह वदि वेग रक्खेगा जोकि उसके परमाण उ से अ तक की दूरी पर शून्य मे गिरने मे रखते; क छिद्र से जो जल निकलेगा वह उक दूरी का वेग रक्खेगा, और ख से जो निकलेगा वह उख दूरी का वेग रक्खेगा। अतएव और सब बातें समान हों तो छिद्र से निर्गम्यमान द्रव वस्तु का वेग, उसके उपरितल से छिद्र की गहराई के वर्ग मूल के अनुसार होगा, और द्रव वस्तु जब पार्श्व के छिद्र से निकलती है तब उसकी धार समानान्तर वक्र का आकार धारण करती है। उक्त नियम से छिद्र निर्गत जल का जितना वेग होना चाहिये, व्यवहार मे छिद्र के आकार और चौड़ाई के द्वारा कुछ अन्तर आजाता है, क्योंकि घर्षण और धारों की परस्पर टक्कर से जल का कुछ निरोध होता है। हिसाब लगाया गया है कि जल मे डूबी हुई वस्तु पर अथवा जलाधार की तली वा पार्श्व पर एक वर्ग इञ्च का दबाव प्रति दो फ़ुट गहराई प्राय एक पौण्ड वा आध सेर है। समुद्र मे काष्ठ खण्ड डूब कर बहुत गहराई मे पहुंच जाने से ऊपर के

दबाव से उसमे जल इतना भर आता है कि उसकी ल-
घुता जाती रहती है और वह समुद्र की तलीमे स्थि-
र पड़ा रहता है। एक बोतल के मुख को दृढ़ रूपसे
कार्क से बन्द करके और उस पर लाख की महोर ल-
गाकर समुद्र मे यदि बहुत गहरा डुबोया जाय तो
याते कार्क जल के दबाव से बोतल के भीतर घुस
जायगा या बोतल टूट जायगी। अनुमित हुआ है
कि सहस्र मनुष्य डुबाव (अर्थात् ६ सहस्र फुट)
के नीचे जल ऊपर की अपेक्षा बीसवां अंश अधिक
घना है।

५। ऊपर से सम तल वा समस्थ होना जल का चौ-
था गुण है। जल के परमाणुओं मे परस्पर संश्लेष
न होने से वे कठोर वस्तु की न्याईं दृढ़ आबद्ध नहि
होते, प्रत्युत बड़ी सुगमता के साथ एक दूसरे के
चारों ओर गति करते हैं। इसी हेतु जिस पात्र मे वे
रक्खे जाते हैं उसके भीतर वे सम्पूर्ण रूप से प्रवेश
करते हैं, कोई स्थान शून्य नहि रहने पाता, और उ-
न की राशि पात्र कोटर का आकार धारण करती है।
पर गुरुत्व गुण हेतु प्रत्येक परमाणु जहां तक सम्भ-
व हो नीचे की ओर जाने की चेष्टा करता है, इसलिये
जल राशि का उपरि तल पूर्ण समस्थ होता है (क्योंकि

कोई परमाणु (जो नीचे आसके) ऊपर उभरा हुआ नहिं रहता)। जलाधार का कैसाहि आकार हो, जहांतक जल का परस्पर योग है उसका उपरितल समस्थ हुए विना वह स्थिर नहिं होगा। इसके कुछ दृष्टान्त प्रदर्शित होते हैं। यथा—

(चित्र ८)

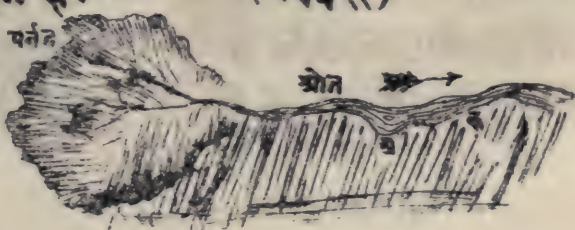
चित्र ८ एक चाहदान का है; यद्यपि उसके ख और क भाग पृथक् जलाधार हैं तथापि दोनोंके जल का परस्पर संयोग होनेसे उनका उपरितल बराबर समस्थ हैं।

(चित्र ९)

चित्र ९ मे जलाधार अ के नीचे नली क लगी है; यद्यपि नलीका जल नीचे जाता है तथापि जलका परस्पर योग होनेसे उपरितल अ और क समस्थ हैं।

(चित्र १०)

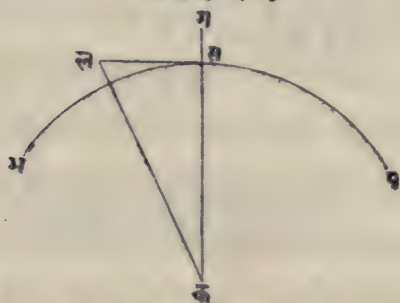
चित्र १० अथ पृथक् २ जलाधारोंका है यद्यपि इनका आकार परस्पर विभिन्न है तथापि नली ख के द्वारा इनका परस्पर योग होनेसे इनके भीतर के जलका उपरितल अ क समस्थ है॥ नदी नाले प्रभृति जो बहते रहते हैं उसका हेतु यह है कि "जल समस्थ होनेकी चेष्टा करता है"; जिस स्थानसे उनका आरम्भ होता है उतना ऊंचा स्थान यदि उनके पथमे आ जावे और तब से किसी ओर जलके निकलनेकी सम्भावना न हो तो वह अवश्य स्थिर होकर झील

का आकार धारण करेगा। सो नदीओं का जल जो सदा वहताहि रहता है उसका हेतु यह है कि वह समस्थ होने योग्य ऊंचा स्थान नहि पाता; शेष मे समुद्र मे जा मिलता है। समुद्र मे जैसे नदी नालों का जल आता है वैसेहि उष्मता के द्वारा वाष्प रूप मे परिणत होकर बहुत जल उसका मेघ बन जाता है। वे मेघहि वृष्टि प्रभृति का रूप धारण करके पर्वतों पर जल को बरसाते हैं और नदीओं के स्रोत को पोषण करते हैं। स्वाभाविक नियमों के अनुसार जल समुद्र से उत्थित होकर पृथिवी का विविध मङ्गल साधन करके फेर समुद्र मे हि जा मिलता है। जल अपने पथ में कहीं २ ऊंचे पर चढ़ता हुआ दृष्ट होता है, कहीं मनुष्य भी उसको ऊंचे पर चढ़ाते हैं; इसका मूल यहि है कि वह स्रोत के उपरले किसी स्थान के साथ समस्थ होता है पर स्रोत का आरम्भ उससे भी ऊंचा है इसलिये वह कुछ ऊंचे पर चढ़ कर भी स्थिर नहि होता आगे को बहता है। (चित्र ११)

चित्र ९ मे जो श्रोत प्रदर्शित हुआ है उसका अ स्थान नीचा है और क ऊंचा है पर जल उक्त नियमानुसार क के ऊपर चढ़कर बहता है जो कोई उससे नीचा पथ मिलता तो वह अवश्य क पर न चढ़कर उधर को जाता ।

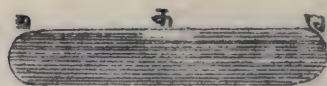
६। समतुल वा समस्थ होना दो प्रकार का है। एक को यथार्थ-[1] समस्थता, और दूसरे को नैसर्गिक-[2] समस्थता कहते हैं। यथार्थ-समस्थ उसे कहते हैं जो सम्पूर्ण समान हो जिसमे ऊंचाई निचाई कुछ भी न हो। नैसर्गिक समस्थ उसे कहते हैं जो देखने मे समान प्रतीत हो पर वास्तव मे भूपरिधि के चाप की गोलाई रक्खे और जिसपर सीहल की रेखा सर्वत्र लम्ब मे रहे। जलकी समस्थता नैसर्गिक समस्थता है क्योंकि भूपृष्ठ के अनुसार इसकी गोलाई होती है; यह गोलाई समुद्र पर इस रीति से प्रतीत हो सकती है कि जहाज़ जब दूरसे प्रथम दृष्ट होता है तब उसका उपरि भाग (मास्तूल अर्थात् फ्लगस्टाफ़ इत्यादि) मात्र दृष्ट होता है; फेर ज्यों२ वह निकट आता जाता है त्यों२ उसका निचला भाग क्रमशः दृष्ट होता है; जल पृष्ठ गोल न होनेसे ऐसा न होता। पृथिवी की गोलाई प्रति मील प्राय ६/१०

(१) True level
(२) Natural level

इन्च है, (पर उसके उत्तर और दक्षिण मे रुके नि-
कट देशों मे इससे कुछ अल्प है क्योंकि पृथिवी
अपने उत्तर और दक्षिण ध्रुव की ओर कुछ चपटी
है)

(चित्र १२)

चित्र १२ भूपृष्ठ के एक अंश का है जिसके देखने
से यथार्थ समस्थता और नैसर्गिक समस्थता स-
मझ मे आजावेगी। भप वक्र भूपृष्ठ है; गक ल-
म्ब भूकेन्द्राभिमुखीन सौहल की रेखा है; इस रे-
खा से समकोण पर लस रेखा है जो यथार्थ-सम-
स्थता की ज्ञापक है, लस यदि एक मैल हो तो
लक रेखा खिंचने से यह (शेषोक्त) रेखा भूपृष्ठको
एक मैल के अन्तर पर जिस बिन्दु मे काटेगी वह
बिन्दु ल से ८ इन्च नीचा होगा। सड़क, रेल
वा नहर के निर्माण मे भूपृष्ठ की गोलाई जन्य
निचाई को यन्त्र निर्धारित निचाई से काट देते हैं

और उंचाई मे वढ़ा देते हैं, क्योंकि समत्व ज्ञापक यन्त्र से यथार्थ- समस्थता जानी जाती है, पर व्यवहार मे नैसर्गिक समस्थता आवश्यक होती है। समत्व ज्ञापक यन्त्र भी जलादि द्रव वस्तुओं के समस्थता गुण पर निर्भर करता है।

(चित्र १३)

चित्र १३ समत्व ज्ञापक यन्त्र की नली का है; यह नली काच की होती है, इसमे "स्पिरिट्स अफ वाइन" मद विशेष भर के मुख इसका दृढ़ रूप से वन्द कर देते हैं, केवल थोड़े से स्थान मे नली के कुछ वायु रहने देते हैं। (वायु के गुण भी अधिकांश जल की न्याईं हैं, जो स्थान जलीय वस्तु से पूर्ण होता है वहां वायु नहि होता, जहां वायु होता है वहां जलीय वस्तु प्रवेश नहि कर सकती, पर वायु उस के बोझ से अत्यन्त सङ्कुचित होसकता है)। यह वायु लघुतर होने से नली का जो स्थान ऊंचा होता है वहां आजाता है और बुद्बुद दृष्ट होता है। नली के

बीच मे यह बुद्बुद होनेसे (जैसे चित्र १२ मे क) निश्चय होता है कि नली यथार्थ-समस्थता पर है; उसका कोई सिरा अणुमात्र ऊंचा होनेसे उधर वायु आजाता है अर्थात् बुद्बुद् क, अ अथवा ख की ओर चला जाता है, बीच मे नहि ठहरता। वायवीय बुद्बुद् को बीच मे लाने से नली समस्थ होजाती है यह पहिले कहा गया, उस नली के नीचे जो (लकड़ी वा धातु का) पत्रा वा अन्य कोई तल समानान्तर होगा वह भी सुतरां यथार्थ-समस्थ होगा। इस रीति से उक्त यन्त्र द्वारा भूमि तथा अन्यान्य वस्तुओं की समस्थता होती है। इस यन्त्र का विशेष वर्णन और उसके व्यवहार की रीति भू-परिमापनविद्या मे उक्त हुई है।

७। आपेक्षिक गुरुत्व(१)— जो वस्तु जितनी अधिक घनी होती है, उतनीहि वह अधिक भारी होती है, क्योंकि उन मे परमाणुओं की संख्या, जो भू-केंद्र से आकृष्ट होते हैं, उतनीहि अधिक होती है। एक वस्तु के बोझ की अपेक्षा दूसरी वस्तु के बोझ को निर्धारण करने के निमित्त "आपेक्षिक-गुरुत्व" शब्द व्यवहृत होता है। यथा, शीशे की एक डली का बोझ कार्क के उतनेहि बड़े एक टुकड़े के बोझ से

(१) Specific Gravity

अधिक है, इसलिये कहा जाता है कि कार्क की अपेक्षा शीशे का आपेक्षिक गुरुत्व अधिक है। सुविधा के निमित्त ६२° अंश की उष्णता पर एक घन फुट निर्म्मल एकवारि के बोझ को, जो १००० औन्स (वा ६२॥ पौण्ड वा प्राय ३१ सेर) होता है, अन्यान्य वस्तुओं के आपेक्षिक गुरुत्व का मापक ठहराया है; यथा एक घन इन्च जल की अपेक्षा एक घन इन्च चांदी का बोझ प्राय साढ़े दश गुणा है इसलिये जल के आपेक्षिक गुरुत्व को यदि १ कहें तो चांदी के आपेक्षिक गुरुत्व को १०·५ (वा ठीक ठीक १०·४७४) कह सकते हैं। कतिपय साधारण वस्तुओं का (जल की तुलना से) आपेक्षिक गुरुत्व नीचे प्रदर्शित होता है—

प्लाटिनम (धातु) का सिक्का	२२·१००
तथा तार	१९·२६७
सुवर्ण वा सोना— सिक्का	१९·३२५
पारद वा पारा	१३·५९८
शीशक वा शीशा	११·३५२
रजत वा चांदी	१०·४७४
ताम्र वा तांबा पिटा हुआ	८·८७८
तथा गलाया हुआ	७·७८८

फौलाद	७.८१६
लोहा चड़वां	७.७८८
तथा ढलवां	७.२०७
टीन	७.२९१
ताम्बा	६.७१२
हीरकमणि वा हीरा	३.५२०
संग मर्मर	२.८७३
चीनी बरतन की मट्टी	२.३८४
गन्धक, नैसर्गिक	२.०३३
हाथीदांत	१.९१७
महोगनी काष्ठ	१.०६०
दुग्ध	१.०३०
समुद्र का जल	१.०२६
जल-निर्म्मल एक	१.
अलसी का तेल	.९५३
कार्क काष्ठ	.२४०
वायु (जो भूपृष्ठ के ऊपर है)	.००१२५

द्रव वस्तुओं मे पारा सबसे भारी है, उससे लघु जल है, जल से लघु तेल और तेल से लघु मद है। यदि इन चारों वस्तुओं को यथा-क्रम एक काच के ग्लास वा शीशी मे डालें तो वे पृथक् २ रहेंगे मि-

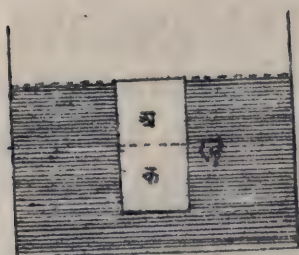
श्रित न होंगे, भारी वस्तु नीचे रहेगी और हलकी ऊप र। शीशी को यदि अच्छी तरह हिला देवें तो कियत् क्षण यद्यपि वे मिश्रित हो जायगे, पर स्थिर होने से वे फेर सर्वथा पृथक् २ होजायगे। एक बोतल को पानी से भर के, यदि उसे खुले मुंह मद के घड़े वा पीपे मे औंधा मार दें, तो पानी भारी होने से मद के नीचे चला जायगा और मद हलकी होने से बोतल मे चढ़ जायगी। द्रव वस्तुओं के दबाव का परिमाण उन के आपेक्षिक-गुरुत्व के अनुसार होता है, अर्थात् अल्प राशि भारी वस्तु, अधिक राशि हलकी वस्तु को रोक कर साम्यावस्था मे ला सकती है। यथा;

(चित्र १४)

चित्र १४ के अनुसार एक काचकी नली मे यदि इतना जल भर दिया जाय कि वह नली घ से अ तक आवे, और दूसरी ओर की नली मे यदि ऊपर पारा डालाजा-

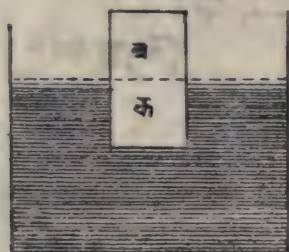
वे जो ब से क तक आवे तो यह अल्प राशि पारे की अधिक राशि जल को साम्यावस्था मे रक्खेगी (अर्थात् जल च से अ तक चढ़ा रहेगा और पारा ब से क तक) यदि उन दोनों का बोझ तुल्य हो। फेर पारेको निकाल कर उस नली मे यदि तेल भरा जाय तो च से ख तक तेल उस जल को अपने स्थान पर रक्खेगा। तेल के स्थान मे यदि मद भरी जाय तो वह च से ग तक हुए विना उस जल को रोक न सकेगी। जिधर की वस्तु अधिक भारी होगी वह दूसरी ओर (हलकी वस्तु को ऊपर ढकेलकर) चली जायगी जब तक कि दोनों ओर का बोझ तुल्य न हो। नली का छिद्र चाहे अल्प हो चाहे अधिक उससे अन्तर न आवेगा क्योंकि, जैसे पहिले कहा गया, द्रव वस्तुओं का दबाव उनकी ऊंचाई के अनुसार होता है चौड़ाई के नहिं॥

८। द्रवाधार— ठोस वस्तुओं के द्रव वस्तुवों मे डुबोने मे कई प्रधान नियम निष्पन्न होते हैं; यथा। (१म) जिस वस्तु का आपेक्षिक गुरुत्व द्रव वस्तु की अपेक्षा अधिक होगा वह उस द्रव वस्तु मे डूब जायगी, और जिस वस्तु का आपेक्षिक गुरुत्व द्रव वस्तु की अपेक्षा न्यून हो वह तरती रहेगी। (२य) किसी ठोस वस्तु का जितना अङ्ग द्रव वस्तु मे डूबा रहेगा, उस-

नीहि (मापसे) वह द्रव वस्तु अपसारित होगी और अपसारित द्रव वस्तुके बोझ तुल्य वस्तुसे वह ठोस वस्तु थमेगी; अतएव वह बोझ यदि उस ठोस वस्तुके बोझ के तुल्य हो तो तो ठोस वस्तु द्रव वस्तु पर थमीहुई तिरती रहेगी, और यदि वह बोझ न्यून हो तो ठोस वस्तु डूब जायगी। (२य) जो ठोस वस्तु द्रववस्तुमे डूब जाती है उसका बोझ द्रववस्तु के भीतर उतना लघु होजाता है जितना कि उसके द्वारा अपसारित द्रव वस्तु का बोझ हो। दृष्टान्त

(चित्र १५)

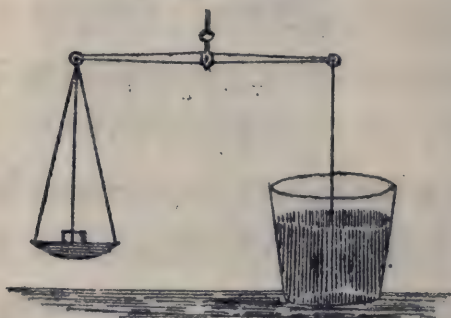
चित्र १५ एक जलाधार का है। अक एक ठोस वस्तु है; इसका आपेक्षिक गुरुत्व यदि जलके समान हो तो यह पानीमे सम्पूर्ण मग्न होकर भी तरती रहेगी जैसे चित्रमे प्रदर्शित हुआ है। इसका बोझ यदि २ पौण्ड हो तो इसके द्वारा अपसारित जलका बोझ भी दो पौ-

एड होगा (क्योंकि आपेक्षिक गुरुत्व दोनों का समान है) अतएव नीचे से भी यह २ पौण्ड बल द्वारा आन्दोलित होगी इसलिये यह डूबेगी नहि। इस वस्तु का उपरार्द्ध (ख रेखा द्वारा) यदि काट लेवें और उस स्थान को जल से पूर्ण होने दें तो निचला अर्द्ध अपने पूर्व्व स्थान में हि रहेगा, क्योंकि पहिले की न्याई उस पर १ पौण्ड का बोझ है और नीचे से उसे पूर्व्ववत् दो पौण्ड का धक्का हि लगेगा।

(चित्र १६)

अब अनुमान करो कि ठोस वस्तु का बोझ पहिले से आधा अर्थात् १ पौण्ड है पर आकार उतना हि बड़ा है; अतएव आपेक्षिक गुरुत्व उसका जल से आधा है। ऐसा होने से इस वस्तु का निम्नार्द्ध भाग मात्र जल में डूबेगा, क्योंकि उस भाग के द्वारा एक पौण्ड जल अपसारित हुआ है और सारी वस्तु का बोझ भी

एक पौण्ड है। यह कहना बाहुल्य है कि उपरार्द्धका बोझ निम्नार्द्ध पर है अतएव उपरार्द्ध को काटकर निम्नार्द्ध को यदि १ पौण्ड बोझ वाला किसी रीति से कर दिया जाय तौ भी वह जल मे सर्व्ववत् हि भासमान रहेगा। उक्त नियमानुसार नौका प्रभृति का (असबाब समेत) सारा बोझ जितना होता है उतना बोझ परिमाण जल तद्द्वारा अपसारित होता है; अतएव नाव का उतना अंशादि जल मे डूबेगा जितने अंश समान जल का बोझ नाव के बोझ के तुल्य हो। अतएव इस्तत ठोस वस्तु का बोझ उसके द्वारा अपसारित जल को मापने से भी निरूपित हो सकता है।

(चित्र १०)

(१)

चित्र १० एक जल-तराज़ू का है। जो कि जल मे किसी वस्तु के तोलने से उसका उतना बोझ कम होजाता है जितना कि उसके द्वारा अपसारित जलका बोझ हो, सो

(१) Hydrostatic balance

इस नियम के द्वारा सुवर्ण प्रभृति महँगे धातुओं को उक्त तराज़ू में तोलने से उन की शुद्धि अशुद्धि ज्ञात होजाती है। यथा १ छटांक सोने को उक्त तराज़ू में तोलने से उसका बोझ जितना लघु होना चाहिये, अर्थात् तद्द्वारा यत्परिमाण जल अपसारित होना चाहिये, उससे यदि अधिक हो तो जाना जाता है कि सोने में कुछ खोट है अर्थात् उसमें कियदंश कोई ऐसी धातु मिली हुई है जिसका आपेक्षिक गुरुत्व सोने की अपेक्षा न्यून है। जल पर तरती हुई किसी हल्की वस्तु को दबाने से तद्द्वारा उसके बोझ अपेक्षा अधिक जल भी अपसारित होसकता है, इसका हेतु यह समझना चाहिये कि उसके साथ दबाव का अतिरिक्त बोझ युक्त होजाता है। मनुष्य शरीर का (नीरोग अवस्था में) आपेक्षिक गुरुत्व जल अपेक्षा अल्प होता है, सो जल पर चित लोट जाने से मनुष्य डूबता नहि प्राय आधा मस्तक उसका जल से बाहर रहता है, पर हाथों को बाहेर निकालने से अथवा उक्त नियम को न जान कर डूबता मनुष्य जो अपने शरीर द्वारा हथा चेष्टा करता है उस से वह भारी होकर जल में डूब जाता है। कार्क प्रभृति हल्के द्रव्य से कई ऐसे यन्त्र बनते हैं जिन को शरीर में ल-

गाने से मनुष्य जलमे डूबता नहि; इन सबोंका तत्व यहि है कि उस के आपेक्षिक गुरुत्व को जल अपेक्षा बहुत न्यून करदेते हैं। ठोस वस्तु के थांभने की सामर्थ्य द्रव वस्तुओं की गहराई और चौड़ाई पर निर्भर नहि करती, अर्थात् उनकी गहराई और चौड़ाई की आधिक्यता से द्रव वस्तुओं की स्तम्भन शक्तिकी आधिक्यता नहि होती, अतएव यह सम्भव है कि उक्त नियमानुसार कुछ सेर पानीमे मनोंका बोझ तर सके। एक सामान्य तलाव मे जहाज़ तर सकता है यदि उसमे केवल इतना जल हो कि उसकी तली पानी के ऊपर रहे और चारों ओर भी उसके जल का वेष्टन हो। नहर प्रभृति के बनाने मे यह बात हि दृष्टिगोचर रखनी चाहिये कि उनमे इतने जलका विधान हो जो नौका को चारों ओर और नीचे वेष्टन कर सके।

आधार-केन्द्र(१) और मीति केन्द्र(२) सब ठोस वस्तुओं का एक गुरुत्व-केन्द्र होता है जिसके अनुसार वे साम्यावस्था मे वा स्थिर रहती हैं। तरती हुई ठोसवस्तु भी अपने गुरुत्व केन्द्र के अनुसार जलमे साम्यावस्था प्राप्त होती हैं, जो पार्श्व भारी होता है वह जलमे सब से नीचे होताहै और हल्का पार्श्व ऊपर होताहै। पर

(१) Centre of buoyancy
(२) Meta Centre

तरती ऊई वस्तु की साम्यावस्था (अर्थात जिस अ-
वस्था मे वह जल पर स्थिर तरेगी नीचे ऊपर न
होगी) निर्धारण करने के लिये दो केन्द्र और हैं
जिनका ज्ञान आवश्यक है; एक को आधार केन्द्र
कहते हैं, दूसरे को मीति- केन्द्र। आधार केन्द्र
ठोस वस्तु के द्वारा अपसारित जल का गुरुत्व-केंद्र
है; और मीति केन्द्र वह बिन्दु है जहां आधार केन्द्र
से खेंची ऊई खड़ी रेखा का ठोस वस्तु के धुरे से सम्
छेद होता है। ठोस वस्तु का धुरा उस खड़ी रेखा को
कहते हैं जो उसके गुरुत्व केन्द्र मे से (जब वस्तु
थिर हो) हो कर जाय। जो वस्तु स्थिर तरती हो उ-
सके आधार केन्द्र से गुरुत्व केन्द्र को जो रेखा[1] जायगी
वह खड़ी रेखा होगी उस रेखा को आधार रेखा कह-
ते हैं।

(चित्र १८) (चित्र १९)

(१) Line of support

चित्र ९ मे एक ठोस वस्तु जल मे स्थिर वा साम्यावस्था मे तर रही है; और चित्र ९' मे वही वस्तु एक ओर को झुक गई है। ज ज जल का ऊपरी तल है; ग ग ठोस वस्तु का गुरुत्व केन्द्र है; आ आ आधार केन्द्र है; आ से ग तक रेखा आधार रेखा है; और मी मीति-केन्द्र है। मीति केन्द्र की ओर जल का धक्का होता है; अतएव मीति-केन्द्र यदि गुरुत्व केन्द्र के ऊपर हो (जैसे चित्र ९' मे) तो वस्तु उधर की ओर लौटेगी (जिधर आ मी का धक्का है) और कुछ बार इधर उधर झूमेगी, जब तक वह स्थिर न हो, स्थिर तभी होगी जब कि आ ग खड़ी रेखा होगी अर्थात् धुरे मे आवेगी; और मीति केन्द्र यदि गुरुत्व केंद्र से नीचे हो तो वस्तु उलट कर ही स्थिर होगी। आधार केन्द्र और मीतिकेन्द्र का निरूपण करना गणित विद्या का विषय है, पर तत्त्व उनका वही है जो ऊपर लिखा गया, इस तत्त्व को जानकर गणितज्ञ स्वयं उनके स्थान की गणना कर ले। नाव जहाज़ प्रभृति मे भारी वस्तु नीचे इसी निमित्त रखते हैं कि उनका गुरुत्व नीचे रहे ताकि उनके हिलने से मीति केन्द्र उनके नीचे न जा सके।

६। द्रव घनत्व मापक(१)- किसी वस्तु को यदि दो द्रव वस्तुओं मे तोलें तो उसका बोझ प्रत्येक मे उस सम्बन्ध

(१) Hydro-meter

से लघु होगा जो कि उन द्रव वस्तुओं के आपेक्षिक गुरुत्व मे परस्पर सम्बन्ध है। यथा एक घन इन्च शीशे का टुकड़ा पानी मे तोले जाने से यदि उसका बोझ २५२ ग्रेन* लघु हो, और मद मे तोले जाने से २०९ ग्रेन लघु हो, तो उससे जाना जाता है कि एक घनइन्च जल का बोझ २५२ ग्रेन है और उतनेहि मद का बोझ २०९ ग्रेन है, सो जल का आपेक्षिक गुरुत्व मद की अपेक्षा प्राय सवाया है। इसी तत्व के अनुसार हैड्रोमेटर वा द्रव घनत्व मापक नामक यन्त्र बनता है। यह यन्त्र कई प्रकार का होता है, उनमे से एक प्रकार यह है कि काच वा ताम्बे के एक गोले मे एक डण्डी लगी होती है, यह डण्डी समान अंशों मे विभक्त होकर उन अंशों का अङ्क उसपर लिखा हुआ होता है। एक और हैड्रोमेटर जो बहुत ठीक२ द्रव वस्तुओं का घनत्व बताता है वह भी प्राय इसी रीति से बनता है, कुछ थोड़ासाहि उसमे विशेष है, यथा, काच का एक गोला है (चित्र २० मे क) जिसका व्यास प्राय २ इन्च होता है, उसके नीचे एक इन्च व्यासवाला एक और गोला ख लगा होता है; प्रथमोक्त गोले के ऊपर एक पीतल की ग्रीवा ग लगी होती है, उसमे प्राय ९ इन्च लम्बा और ⅙ इन्च व्यास वाला

* ग्रेन प्राय पौने दो रत्ती का होता है; एक पौण्ड मे ७००० ग्रेन होते हैं।

एक तार अब पेंचों से युक्त होता है, जो इञ्च और इञ्च
के दशमांश से विभक्त है।

(चित्र २०)

निचले गोले ख में छोटे २ बोझ (यथा छर्रे) भर देने
से सारा बोझ इस यन्त्र का ५००० ग्रेन होता है। इस
यन्त्र को पानी के मटके में डुबा कर यदि उसके सिरे
अ पर एक ग्रेन मात्र बोझ रक्खा जाय तो वह (यन्त्र)
एक इञ्च अधिक जल में डूबेगा; अतएव ग्रेन का
दशमांस उसे इञ्च का दशमांश डुबो देगा। फलतः
इस यन्त्र में ऐसा सूक्ष्मत्व है कि ५०,००० के १ अंश का
भी यदि आपेक्षिक गुरुत्व सम्बन्धीय अन्तर हो तो इस
से जाना जाता है/इसका ५००० ग्रेन का बोझ जल के
आपेक्षिक गुरुत्व के परिमाण में विशेष उपयोगी है;

पर निचले गोलेके छर्रे को न्यूनाधिक करके इस को अन्यान्य द्रव वस्तुओं के आपेक्षिक गुरुत्वके परिमाण के भी उपयोगी करसकते हैं। आपेक्षिक गुरुत्व मापने का एक और सीधा उपाय है - बहुत से काच के मनके (अर्थात् दाने) विभिन्न बोझवाले, पर जिनके बोझका परस्पर सम्बन्ध ज्ञात है, बनालिये जाते हैं। उन मनकों पर बोझ का अङ्क लिखा हुआ होता है। इनमेसे एक मनके को द्रव वस्तुमे पहिले डालने से यदि वह डूब जाय तो फेर उससे कोई हल्का मनका डालना चाहिये, और यदि तरता रहै तो उससे भारी डालना चाहिये; इस प्रकारसे करते २ एक मनका ऐसा मिलेगा जिसे द्रव वस्तुमे जहां रक्खो वहांहि ठहरा रहेगा न नीचे बैठेगा न ऊपर तर आवेगा। इस मनकेके अङ्क द्वारा द्रव वस्तु का आपेक्षिक गुरुत्व जानाजायगा। उल्लिखित यन्त्रों के, अथवा अन्य उपायों के द्वारा मद्य प्रभृति के आपेक्षिक गुरुत्व और तीव्रता के परिमाण करने मे यह भी देख लेना चाहिये कि वह द्रव्य किस अंशकी उष्णतामे है, क्योंकि उष्णता जितनी अधिक होती है उतनेहि मद्य प्रभृति द्रव द्रव्य फैलते हैं और उनका आपेक्षिक गुरुत्व

लघु होता है। अतएव सब प्रकार के मद का आपेक्षि-
क गुरुत्व ग्रीष्मकाल की अपेक्षा शीतकाल मे अधि-
क होता है।

द्वितीयाध्याय

जलगति तत्व(१)

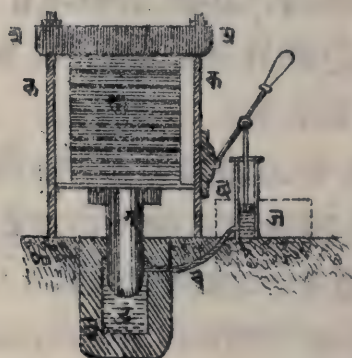
१। पूर्व्वाध्याय मे स्थिर जल की प्रकृति का वर्णन हुआ; अब इस अध्याय मे वेग विशिष्ट जलके स्वभाव और कार्य्यों का वर्णन होता है।

२। जल अनवरत गिरकर अपनी गुरुत्व शक्ति (अर्थात् बोझ के बल) से कार्य्य कर सकता है। पनचक्की प्रभृति यन्त्र इसके दृष्टान्त हैं। जहां जलका तीव्र श्रोत प्राप्त हो, यथा पार्व्वतीय प्रदेशों मे, वहां, सब सुसभ्य देशों मे, इस प्रकार के अनेक कार्य्य इस से कराये जाते हैं।

३। पहिले अध्याय मे कहा गया कि जल को भींचने से वह अत्यल्प सङ्कुचित होता है, मानो होताहि नहि। उसकी इस प्रकृति द्वारा बड़े२ यन्त्रोंका कामलिया जाता है। जल राशिको रुद्ध करके जब भींचने (अर्थात् पीड़न करने) लगते हैं, तब उसके सामने चाहे कैसाहि भार हो (या चरिष्णु हो) उसे वह भींचके बल के निरोध मे ढकेल कर अपना स्थान कर लेगा। इसमे यह सन्देह हो सकता है कि इससे क्या लाभ,

(१) Hydraulics

जितना भार वह ढकेलेगा वा उठावेगा उतनाहि वल उसके खींचने मे आवश्यक होगा; पर जलकीउस प्रकृति को (जो इश्च्माध्यायमे उक्त ऊई) स्मरण करने से कि उसका दवाव गहराई पर निर्भर करता है चौड़ाई पर नहि, स्पष्ट प्रतीत होगा कि गहराई के अंश मे शक्ति और कार्य्य समान भी हो पर चौड़ाई के अंशमे शक्ति की अपेक्षा कार्य्य जितना अधिक चाहें जलसे लेसकते हैं। इसका एक दृष्टान्त ग्रखुपीड़क[१] यन्त्र है; चित्र २१ देखो

(चित्र २१)

अक इस यन्त्रका चोखटा है जो चार खड़े स्तम्भोंका बना ऊआ है। इसके ऊपर वड़ा दृढ़ तख्त लगा ऊआ है जो पीड़ित वस्तुका निरोधक है। ख पीड़ित वस्तु है जो गेंहेग[२] द्वारा ऊपर को पीड़ित होती है। यह गेंहे

(१) Hydraulic press
(२) Piston

लोहेका है और गोल है, और एक लोहे के आधार ब
मे स्थित है। इस आधार के बीच मे स्थान ङ जल से
शरित होता है और गद्दा उस स्थान मे ऐसा कसा लगा
हुआ है कि जल किञ्चिदपि बाहर नहि निकलने पा
ता। नली च द्वारा उसमे जल आता है जो बम्बे[१] छ
द्वारा प्रेरित होता है। यह बम्बा जलाशय ज मे निहि
त है; चित्र मे यह बम्बा साधारण प्रकार का प्रदर्शि
त हुआ है, पर व्यवहार मे यह बड़े झलफेड़े का औ
र क्लिष्ट होता है। बम्बा क्रिया विशिष्ट होकर जल को
बड़े बल से गर्त ङ मे प्रेरण करता है; जल पीड़ित हो
कर निकलने की चेष्टा करता है पर किसी ओर पथ न
पाने से परिष्कृ गद्दे ग को ऊपर उठाता है; गद्दे के साथ
उसका बोझ ल भी ऊपर को उठता है और दबता जा
ता है। जलका दबाव इस यन्त्र मे इतना अधिक हो
ता है कि यदि जलाधार अत्यन्त दृढ़ न हो तो क्षणभर
मे फट सकता है। जब बोझ अभिप्रेत ऊंचाई तक
पहुंच जाता है तब नली च पर एक ढकना फेर
देते हैं, और यन्त्र तब स्थिर होजाता है। ढकने को
खोल देने से पानी निकल पड़ता है, और बोझ फेर
नीचे बैठ जाता है। अम्बुपीड़क यन्त्र द्वारा दबाव के
बल वा परिमाण की गणना की रीति यह है कि ब-

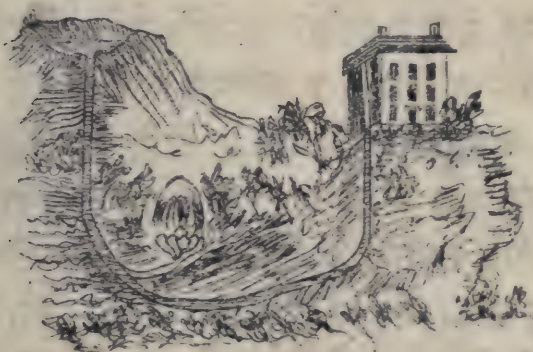
(१) *Pump*

म्बे के छिद्र से गद्दे की नली का छिद्र जितना बड़ा होगा नियोजित बल अपेक्षा कार्य्य का बल उतना ही अधिक होगा। अतएव बम्बे के छिद्र के वर्ग मान की अपेक्षा गद्दे की नली का वर्ग मान यदि सहस्रगुण हो तो एक मनुष्य दो मन बल के साथ यदि बम्बे के दस्ते को घुमावे तो दूसरी ओर उससे दो सहस्र मन का बोझ उठेगा; फेर यदि बल बढ़ाने के लिये बम्बे का दस्ता उत्तोलन दण्ड के नियमानुसार हो (जैसा कि व्यवहार मे होता है) तो वह दो सहस्र मन का बल दश गुणा बीस गुणा (जितना चाहें) हो सकता है। सो एक बालक इस यन्त्र के द्वारा हजारों लाखों मन का बोझ उठा सकता है। पदार्थ तत्त्व विद्या के ज्ञान से ऐसा २ अद्भुत फल प्राप्त होता है। अम्बु-पीड़क यन्त्र मे सौकर्य्य हेतु प्रेरक[1]- बम्बा लगाया जाता है (जिसके द्वारा जल बल के साथ नीचे प्रेरित होता है) नल वा बड़ी ऊंची जलधारा द्वारा भी यह उद्देश्य सिद्ध हो सकता है क्योंकि जल का यह नियम है (जिसका वर्णन पहिले अध्याय मे हो चुका) कि जितनी ऊंचाई से वह गिरेगा उतना ही उस मे दबाव वा बल होगा।

५। पयः प्रणाली[2] और जलस्रोत प्रकृति[3] जल मे समतल प्राप्त होने की प्रकृति हेतु उससे पयः प्रणाली

(1) Force pump (2) Water pipes
(3) Fountain artificial

और जल शृङ्ग प्रभृति महोपकारी और सुन्दर कार्य्य स- म्पन्न होते हैं। जलशृङ्ग (फ़व्वारे) का तत्त्व यह है कि उसके मुख (निर्गम स्थान) की अपेक्षा उसकी प्रणाली का मुख (अर्थात जहां से जल लिया जाता है) बहुत ऊंचा होता है; अतएव जल प्रथमोक्त से इतने बल से निकलता है जितनी कि शेषोक्त की उससे उंचाई है। और पयः प्रणाली का तत्त्व यह है कि नगर के ऊंचे से ऊंचे स्थान से जहां जल पहुंचाना हो उससे भी कुछ ऊंचे स्थान से पयः प्रणाली का आरम्भ करते हैं; जैसा कि चित्र २२ मे दृष्ट होगा।

(चित्र २२)

इस चित्र मे जल प्रणाली एक ऊंचे जलाशय से आर- म्भ करके एक कन्दरा के पार निचाले गढ़ों के ऊपर च- ढ़ाई गई है। कन्दरा मे एक उद्यान है जिसमे शाखा प्र-

णाली द्वारा एक जलसमूह अन्वित हुआहै। पयःप्रणा-
ली का आरम्भ किसी नदी स्रोत, निर्झर, झील, वा स-
रोवर से जिसका जल साफ़ और पेय हो, होताहै।
और यह प्रणाली प्रायशः लोहे की होती है। यथेष्ट
व्यास-वाली लोहे की छोटी २ नल को परस्पर जोड़ते
चले जाते हैं, इसी क्रमसे इस प्रणाली को जिस पथ-
से और जिसस्थान में इच्छा हो लेजाते हैं। इस प्रधान
प्रणाली में सीसे की पतली शाखा-प्रणाली लगती हैं
जिनके द्वारा घरों पर पानी पहुंचताहै। इन प्रणालीयों
को चाहे कैसीहि ऊंची नीची ले जांय कुछ हानि नहि,
केवल यहि दृष्टि रखनी चाहिये कि आरम्भ के स्थान
से कहीं ऊंची न जावे। कलकत्ते, बम्बे, अहमदाबाद[1]
प्रभृति नगरों में पयःप्रणाली लगी हुई है; इसीका
जल लोग खाने पीने सब कामों में वर्तते हैं। कूपत-
ड़ागादि अपेक्षा इनका जल अच्छा और नीरोग होता
है, क्योंकि प्रणाली के मूलके पास जल परिष्कार क-
रने के यन्त्र लगे हुए होते हैं। सूक्ष्म बालुराशि द्वारा
जलको प्रेरण करने से उसके साथ जो कुछ कीच
वा मैल होती है वह बालू में रहजाती है और परिशु-
द्ध जल छनकर प्रणाली में आताहै। जहां यथेष्ट
ऊंचाई पर जल प्राप्त न होसके वहां एक ऊंचा जलाश-

(१) अब लाहौर में भी लग गई है

य निर्म्माण करके उसे नालों के द्वारा भरते हैं और वहां से जल प्रणाली आरम्भ करते हैं। जल जो समतल प्राप्त होने के निमित्त बहुत ऊंचे पर भी उठता है इस प्राकृत नियम को न जान कर हि हो, अथवा नल योग्य धातु के अभाव प्रभृति अन्य किसी कारण से हि हो, प्राचीन समय में उक्त सुगम रीति के द्वारा जल न पहुंचा कर अमिखात (नहर) वा बड़े व्यय सापेक्ष पयः सेतु(१) द्वारा कई स्थानों में जल पहुंचाया गया है। इटली प्रभृति यूरोप के दक्षिण देशों में इस प्रकार कोसों लम्बे कई पयःसेतु के चिन्ह अद्यापि वर्त्तमान हैं। उनमें से एक पयःसेतु का चित्र नीचे प्रदर्शित होता है

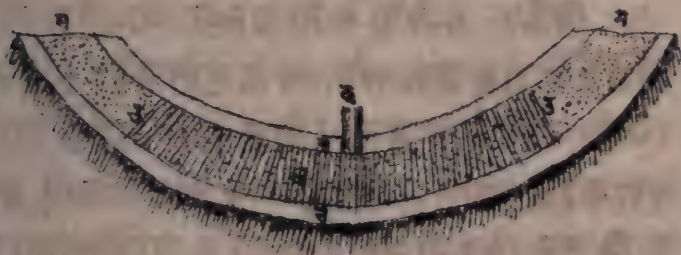
(चित्र २३)

(१) Aqueduct

पानादि व्यवहारार्थ इस प्रकार सेत बनाना वृथा है क्योंकि यह कार्य्य बहु पयः प्रणाली द्वारा नदपेला अल्प व्यय से सम्पन्न होसकता है।

५। निर्झर- पर्व्वतों में जो असंख्य नैसर्गिक निर्झर होते हैं ये सब जलगतितत्व के दृष्टान्त हैं। वृष्टि वा बरफ़का गला हुआ जल भूमि के सूक्ष्म रंध्रों के द्वारा प्रवेश करके अपने गुरुत्व से नीचे चलाजाता है जबतक कि वह चिकनी मट्टी वा पत्थर के अप्रवेश्य स्तर पर पहुंचता है। उस स्तरके ऊपर यह बहता है, और जहां वह स्तर ऊपर आता है, अर्थात् दृश्य होता है, वहां उस के साथ जल निर्झर रूपसे निर्गत होता है। जहां अप्रवेश्य स्तर जल पात्रकी न्याई पोला होता है वहां जल सञ्चित होताहै; यदि सरंध्र स्तरको भेदकर के उक्त सञ्चित जल तक कूप खनन करें तो उसमें बहुत ऊंचाई तक पानी आ ठहरता है। कभी२ ऐसा होता है कि चिकनी मट्टीके पात्राकार दो स्तरोंके बीच सरन्ध्र स्तर होता है; उस स्तरके मुखपर, अर्थात् वह स्तर जहां ऊपर को निकला हुआ है वहां, वृष्टि का जल पतित होकर नीचे बैठता जाता है और चिकनी मट्टीके पूर्व्वोक्त दो स्तरों के बीच कुछ ऊंचाई तक भरजाता है। ऐसे स्थलों में यदि उक्त स्तरतक

भूमिमे बरमे से छिद्र करदें तो जलकी धार बड़े बलके साथ ऊपर आती है। चित्र २४ देखो।

(चित्र २४)

चच = चिकनी मट्टी वा अप्रवेश्य स्तर

व = बालू का सरन्ध्र स्तर

क = कूप

उउ = जल का उपरि तल

मम = सरन्ध्र स्तर का मुख

किसी२ उत्स का कारण वाष्पीय कार्य्य भी होता है; उनका वर्णन "वाष्पीय तत्व" मे होगा।

६। द्रव और ठोस वस्तुओं मे घर्षण - नल वा नैसर्गिक नालेमे बहते हुए जलकी गतिमे घर्षण हेतु बड़ा अन्तर आजाता है। नल वा नाला चिकना और सीधा हो तो जल बड़े वेगसे बहता है, जलका पथ जितना असम और खरदरा होगा और उसमें

जितने मोड़ वा कोण होंगे, उतनाही उसका वेग मन्द होगा। अतएव लकड़ी की नल अपेक्षा शीशेकी उतनीही बड़ी चिकनी नल द्वारा अधिक जल आता है। व्यवहार मे, नल का व्यास निरूपण करने के समय घर्षण जन्य वेगकी न्यूनता के निमित्त हिसाब से जितनी निकलती है उससे कुछ अधिक मोटाई लगा लेते हैं। जहां नलकी लम्बाई बहुत है और कई मोड़ हैं, वहां गणना से जितना जल आना चाहिये उससे तिहाई तक न्यून समझ लेते हैं। नल को अधिक मोटी करने से जलकी प्राप्तिमे विशेष लाभ है। जिस नलीके छिद्र का व्यास एक इञ्च हो उसमे घर्षण हेतु इतनी हानि होती है, कि उससे द्विगुण छिद्रकी नल द्वारा पंच गुण जल आ सकता है; अर्थात् प्रथमोक्त नली मे दूसरी के हिसाब से जितना आना चाहिये उसके आधे से भी अल्प आता है।

७। जलाधार वा पात्र मे छिद्र करने से जो जल निकलता है उसका क्रम वा परिमाण छिद्र के स्थान और आकार के अनुसार न्यूनाधिक होजाता है। पात्र की तली के पास छिद्र करने से उससे अधिक तम जल निर्गत होता है; क्योंकि छिद्र के ऊपर जल की ऊंचाई अधिक होने से छिद्र से जलका निर्गम भी अधिक होता है; पर वह अधिकता ऊंचाई के साथ अनुपात सम्बन्ध नहि रखती। यथा

१० फुट ऊंचे पात्रकी नलीके बराबर यदि एक छिद्र किया जाय, और उस पात्र मे २॥ फुट ऊंचा जल हो तो उससे जितने वेग से जल निर्गत होगा, जलके चौगुणा ऊंचा करने से अर्थात् उसपात्र को ऊपर तक भर देनेसे, उसका वेग उससे केवल द्विगुण होगा। त्रिगुण वेगके निमित्त जलको नौ गुणा ऊंचा करना होगा, चतुर्गुण वेगके निमित्त १६ गुणा इत्यादि। यह क्रम ऊपर से गिरती हुई वस्तुकी वेग वृद्धिके क्रमकी न्याई है। यह कहना बाहुल्य है कि जल का वेग जितना अधिक होगा उतनाहि अधिक परिमाण उसका किसी निर्दिष्ट समय मे छिद्र से निकलेगा। गहराईके अनुसार वेग वृद्धिका जो क्रम लिखागया अटकाव हेतु उसमे अन्तर पड़जाता है। अटकाव, कुछ रगड़ से और कुछ चारों ओर की जलधारा द्वारा, होता है; अतएव वह छिद्र के आकार पर अधिकांश निर्भर करता है। यह निश्चित हुआ है कि छिद्र पात्र मे प्रविष्ट छोटी गोल नलीके आकार का होनेसे, जिसकी लम्बाई उसके व्यासकी अपेक्षा द्विगुणी हो, अधिकतम जल निर्गत होता है; पर यह चाहिये कि उस नलीका मुखभीतर को (पात्र के पार्श्व अपेक्षा) बढ़ा हुआ न हो, क्योंकि यह देखा गया है कि उसका मुख बढ़ा हुआ होनेसे

पात्रमे केवल छिद्र करदेनेसे जितना जल निकलताहै तदपेक्षा भी उसके द्वारा अल्प निकलताहै। समान व्यास वाली नली और छिद्रसे जो विभिन्न परिमाण जल निर्गत होताहै जब कि जलकी उंचाई वा दबाव भी समान है इसका हेतु यह है कि जब चारों ओर की जलधारा छिद्रसे निकलने की दरबड़ी मे होती है तबकई उनमे से एक दूसरी की विरोधिनी होनेसे शीघ्र निकल नहि सकती और जो ऊपरसे सीधा जल गिरताहै उसको भी कुछ रोकती है, और इसी हेतु जल पेचकी न्याई भी छिद्रसे निर्गत होताहै; छिद्रमे छोटी नली लगाने से इन रोकों की कुछ२ निवृत्ति होजाती है। उक्त नली का केवल छोटा और गोल होनाहि यथेष्ट नहि है, वरञ्च उसका मुख दोनो ओर अर्थात् बाहेर और भीतर नदी के मुखकी न्याई प्रसारित होना चाहिये, ऐसे आकार मे जलका रोक न्यूनतम होताहै।

८। द्रव वस्तुका ठोसके साथ घर्षण होनेसे जो उसकी गति मे रोक होताहै यह नदी स्रोत प्रभृति के प्रवाह मे स्पष्ट प्रतीयमान होताहै। नलीके खरदरी होनेसे, नदीके मोड़ोंके द्वारा, और तटके निकले हुए भाग प्रभृति द्वारा, जलके स्वाभाविक प्रवाहका बहुत ह्रास होजाता है। और इन्ही हेतुओं से स्रोतके खड़े

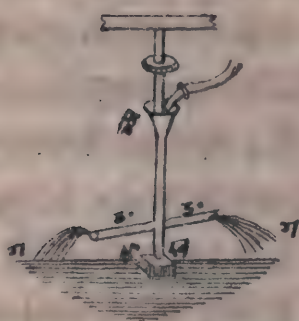
परिच्छेद के विभिन्न भागों मे विभिन्न वेगसे जलकी गति होती है; तली पर और तली के पास, उपरि तल की अपेक्षा जलका वेग मन्द होता है; और मध्य धार की अपेक्षा तट-सन्निकट धार का वेग न्यून होता है।

९। जल मे बहती हुई वस्तु की, ठोस वस्तु के साथ टक्कर, बहती हुई वस्तु के वेग के वर्ग के अनुसार होती है; अर्थात् वेगके दूने होनेसे टक्कर चौगुणे बल के साथ लगती है, वेगके तिगुने होनेसे टक्कर नव गुणी होती है, इत्यादि। इस नियम हेतु व्यवहार मे यह देखा जाता है कि ५० अश्व के बल वाली कल द्वारा वाष्पीय पोत समुद्र मे प्रति घण्टे यदि ८ मैल चले, तो प्रति घण्टे १० मैल चलने के लिये तद्रूप दो कल आवश्यक होंगी, और प्रति घण्टे १२ मैल चलने के लिये तीन कल आवश्यक होंगी, इत्यादि। सो अधिक वेग की प्राप्तिमे ईंधन का बड़ा व्यय होता है।

१०। जल की प्रतिक्रिया[1]- कोई पात्र जब जल से पूर्ण होता है तो उसके जल के स्थिर होने का यह हेतु है कि एक पार्श्व का दबाव दूसरे पार्श्व के दबाव के ठीक समान है; पर यदि किसी पार्श्व मे छिद्र हो तो जल उधर से निकल पड़ेगा और उस स्थान का दबाव हट जायगा, अथच उस छिद्र के ठीक सामने का जो पार्श्व है उस पर पूर्व

(१) Re-action

वत दबाव बना रहेगा, इसहेतु घर्षण का विरोध वा कोई अटकाव यदि न हो तो पात्र अपने जल सहित जल-निर्गम की विरुद्ध दिशा मे सरकेगा, जिसे जलकी प्रतिक्रिया कहते हैं। इस प्रतिक्रिया का कार्य्य वैसाही है जैसा-कि बन्दूक से गोली छूटने के समय बन्दूक कुछ पीछे को हटजाती है, यह जो पीछेका हटाव है इससे विद्वानों ने यन्त्र की प्रेरक-शक्ति(१) का काम लेना चाहा है, यद्यपि उससे अभीतक कुछ विशेष उपकार नहि हुआ। इस शक्ति द्वारा जो यन्त्र चलते हैं वे " बार्केर वा सेग्नर की पनचक्की " के नामसे प्रसिद्ध हैं। यहां एक सीधे यन्त्र का चित्र दिया जाता है चित्र २५ देखो।

(चित्र २५)

(१) Motive force

इस यन्त्रमे नली एक शूल पर घूमती है और इसमे जलकी धार गिरती है, यह जल दो सम्मुखीन अग्र ऊ ऊ से निकलता है और जोकि निर्गम धार परस्पर विरुद्ध दिशामे हैं इसलिये अपनी प्रतिक्रिया द्वारा वे यन्त्र को बड़े वेगसे घुमाती हैं।

९९। जल की क्रिया नदीयों मे – जहां जलके साधारण वेग वा प्लावन की क्रिया से नदी तट की रक्षा करती हो वहां जल को सम्पूर्ण खुला पथ और तट को सलामी देनी चाहिये। एक छोटासा भी अटकाव, यथा निकला हुआ पत्थर वा काष्ठ, मन्द वेग वाले स्रोत को कियदंश रोककर उसके मार्ग को फेर देसकता है। जल तटस्थ एक पत्थर पर टक्कर खाकर दूसरे तट की ओर मुड़ता है और कुछ नीचे जाकर उस तट पर टक्कर खाता है, फेर वहांसे पहिले तटकी ओर मुड़ता है; इस क्रम से जलके एक तट से दूसरे तट पर मुड़ने और टकराने से विशेष स्थल पर तट क्रमशः क्षय प्राप्त होते हैं और स्रोतका कियत्कालमे एक नया सर्पाकार मार्ग बन जाता है। परन्तु जो नदीयें बड़े वेगसे बहती हैं वे उक्त प्रकार छोटे २ अटकावों को स्वयं हटादेती हैं और अपने सीधे मार्ग मे बहती रहती हैं। इसीहेतु सपाट देशोंमे नदीका मार्ग टेढ़ा मेढ़ा

होता है, पर पार्व्वतीय प्रदेशों मे (जहांतक कन्दरा सीधी हो) ओतका मार्ग सीधाहि रहता है* ॥ कभी२ ऐसाभी होता है कि नदी का उपरितलस्थ जल एक दिशा मे बहता है और तली का जल उसके विरुद्ध दिशामे। यह अद्भुत व्यापार सागर सङ्गम के स्थलमे कहीं२ होता है। जब समुद्र चढ़ाव पर होता है तब उसका लवणाक्त जल नदी मे चढ़ आता है और नदीके जलको पीछे मोड़ता है, पर नदी के जलका आपेक्षिक गुरुत्व समुद्र जलापेक्षा न्यून होनेसे पूर्वोक्त प्रवाहोक्त के नीचे रहता है, अर्थात् नदी का जल हल्का होनेसे समुद्रजल के ऊपर सीधा बहता रहता है। साधारण अवस्थामें नदी का जल कोसोंतक समुद्र के ऊपर बहता हुआ पृथक् प्रतीत होता है।

१२। तरङ्ग — ये वायु प्रभृति की शक्ति द्वारा उत्पन्न होते हैं, और जलका ऊपर नीचे होना मात्र है। जलमे कोई बल प्रयुक्त होनेसे वह अम्बुराशि को हिलाता चला जाता है अर्थात् उस बलका कार्य्य जलराशि के एक भाग से दूसरे भाग मे होता चला जाता है, इसी को तरङ्ग का बढ़ना कहते हैं; वस्तुतः तरङ्ग के साथ जल नहि बढ़ता जल केवल उठता गिरता है, पर बलका कार्य्य कुछ दूरतक बराबर होते चले जाने

* अनुमित हुआ है कि जलका वेग प्रति सेकण्ड ३ इञ्च होनेसे उसके द्वारा सूक्ष्म मृत्तिका बह जाती है, ६ इञ्च होनेसे सूक्ष्म बालू, ८ इञ्च होनेसे मटरकी के दाने की न्याई बालू, १२ इञ्च होनेसे प्रस्तर चूर्ण कङ्कड़, और २४ इञ्च होनेसे अण्डे के समान चिकना पत्थर को बह बहा लेजा सकता है।

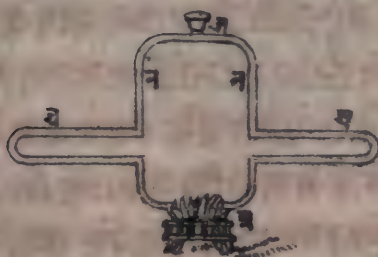
से प्रतीत होता है कि लहर चली जाती है। वल का कार्य्य घर्षण प्रभृति विरोध द्वारा क्रम २ जाकर क्षीण होजाने से तरङ्ग भी विनष्ट होजाता है। तरङ्ग केवल जल के उपरि भाग मे होते हैं; बड़ी से बड़ी आंधी मे जल बहुत उठे तो (शान्तअवस्था के समतल अपेक्षा) १२ फ़ुट तक ऊंचा उठता है और उतना हि नीचा होता है, अतएव तरङ्ग की बड़ी से बड़ी ऊंचाई सब समेत २४ फ़ुट दृष्ट होती है। तरङ्ग के गर्त्ते से ८। १० फ़ुट नीचे जल शान्त होता है। पर्व्वत समान सागर तरङ्ग एक अलङ्कारिक वाक्यमात्र है, वास्तव मे पर्व्वत समान तरङ्ग नहि होते॥

१३। उष्णता के भेद से जल के स्वभाव मे भेद आ जाना — ४० अंश की उष्णता मे जल अत्यन्त घना और सङ्कुचित होता है। उष्णता ज्यों २ इससे न्यून होती जाती है त्यों २ जल का आकार बड़ा होता जाता है, और ३२ अंश पर पहुंच कर जल जमजाता है। जब उष्णता ४० अंश से अधिक होती है तब भी जल का आकार बड़ा होताजाता है, जब वह उबलने पर पहुंचता है तब वह अपने स्वाभाविक आकार से २६ वां अंश अधिक बड़ा हो जाता है। उष्ण होने से जो जल फैलता जाता है, इसलिये उष्ण

जल का आपेक्षिक गुरुत्व ठण्डे जल से न्यून होताहै, अर्थात उष्ण जल लघुतर होताहै और इसीलिये ऊपर आता जाता है और ठण्डा जल नीचे बैठता जाता है, पर नीचे आगकी सेकसे उत्तप्त होकर वह फेर ऊपर आता है, इस प्रकार से जलको गरम करने से वह ऊपर नीचे आता जाता रहताहै जबतक कि सारा जल समान उत्तप्त न होजाय, इसे जलके उबलने की दशा कहते हैं, इससे अधिक उष्ण होनेसे जल क्रमशः वाष्प रूप मे परिणत हो कर उड़ता जाता है। जल को यदि ऊपर से अग्नि वा सूर्य्य किरण द्वारा उत्तप्त किया जाय तो सारी जलराशि शीघ्र उत्तप्त नहि होगी क्योंकि जल उष्णता का अच्छा वाहक(१) नहि है, यदि जल राशि बहुत गहरी हो यथा समुद्र प्रभृति मे तो ऊपर से चाहे कितनाहि उत्ताप हो उसके द्वारा बहुत नीचे का जल कुछ भी उष्ण नहि होता॥ जल के उष्ण होने से जो उसमे गति उत्पन्न होती है इस प्रकरण मे वहि विशेष करके हमे विवेच्य है। और यह गति उत्तप्त जल भाग के ऊपर आने से है जहां वह टिका रहता है जबतक कि ठण्डा हो, और ठण्डा होने से फेर उसके स्थान भ्रष्ट होने की सम्भावना है। कोई जल राशि जबतक कि उसके ऊपर की अपेक्षा नीचे उष्णता अधिक रहे स्थिर नहि होसक-

(१) Conductor

ती पर यदि वह उष्णता ४० अंश से ऊपर हो। पानी का चढ़ना उतरना बनाहि रहेगा जब तक कि सारे जलराशि की उष्णता समान न होजाय, पात्र का आकार चाहे कैसाहि हो॥ जल मे जो अपने सारे अंशों की समान उष्णता सम्पादन करने की प्रकृति है, इस कारण उसके द्वारा घर गरम करने का एक यन्त्र बनाया जाता है। लोहे की एक लम्बी नली घर की भूमि से छत तक लगाई जाती है, पर यह नली सीधी ऊपर को नहि चली जाती, दिवाल के चारों ओर घूमती हुई छत को ऊपर पहुंचती है; नीचे भूमि के पास वह नली अग्निसंयोग द्वारा उत्तप्त की जाती है, जिससे उस भाग का जल उष्ण होकर दीवाल मे चारों ओर घूमता हुआ ऊपर को जाता है, उस नली के दोनों सिरे ऊपर एक जलाधार मे (जिसके द्वारा उसमे जल पूर्ण किया जाता है) आ मिलते हैं। चित्र २६ मे स्थूल रूप से इस यंत्र का कुछ आकार दिखलाया गया है।

(चित्र २६)

इसचित्र मे नन नली है, चच द्वारा उसका चारों ओर घू-मना दिखलाया गया है, अ अग्नि द्वारा वह उत्तप्त होती है, ज जलाधार द्वारा उसमे जल भरा जाता है। व्यवहार मे जो गह उत्तापक नली बनायी जाती है वह प्रत्येक घर की दिवालों मे नानाप्रकार आकारमे घूम घामकर अन्तको ऊपर पहुंचती है। इस नली के स्पर्शसे घर की वायु भी उष्ण होजाती है; शीत प्रधान देशोंमे यह विशेष उपकारक है, इससे घरोंके भीतर आग जलाने की आवश्यकता नहि होती॥

५४। जल की उक्त प्रकृति द्वारा समुद्र मे भी प्रवाह उत्पन्न होते हैं; निरक्ष-(1) देशोंमे सूर्य्य के प्रचण्ड किरणों के द्वारा दो तीन सौ फुट नीचे तक समुद्र का जल उष्ण होजाता है, और यह उष्ण जल उत्तर और दक्षिण केन्द्र(2) की ओर बह जाता है और वहांके शीत को कुछ न्यून करता है। केन्द्र-सन्निकटस्थ समुद्र का ठण्डा जल उक्त उष्ण जल के नीचे वैठकर निरक्ष देशोंकी ओर उस जलके स्थान मे धावित होता है। सो इस नैसर्गिक रीतिसे पूर्व्वोक्त यन्त्र का कार्य्य भूपृष्ठ पर भी सम्पन्न होता है॥

(1) Equatorial regions (2) Poles

वायुक प्रकरण

तृतीय अध्याय

१५। प्राकृत-विज्ञान-शास्त्र मे जलतत्व के पीछे वायुतत्व के वर्णन की रीति है; पर यहां हमे वायुतत्व का इतना अंशमात्र प्रयोजनीय है जितना कि जलीय-निर्माण विद्या प्रभृति मे काम आवे, इसलिये हम वायुतत्व का उतनाहि अंश यहां संग्रह करते हैं जो कि इस प्रकरणोक्त वायु तत्व के साथ जलतत्व का बहुत सम्बन्ध है इसलिये इस प्रकरण का नाम हमने वायुक प्रकरण रक्खा।

१६। वायु मे भी जल की न्याई सब ओर दबाव होता है। और इसके दबाव की न्यूनाधिकता वायु की गहराई पर निर्भर करती है। दबाव जितना अधिक होता है वायु उतनीहि घनी होती है; अथवा वायु जितनी घनी होती है दबाव भी उतनाहि अधिक होता है। वायु पर टिकी हुई वस्तु को वायु का सहारा भी उतनाहि मिलता है जितना कि उसके द्वारा अप-

सारित वायु राशिका बोझ हो।

१७। परन्तु वायु के उपरितल मे जलकी न्याई स्थासमत्व नहि; और इसका हेतु यहि है कि वायु मे स्थिति-स्थापकता(१) बहुत है। विभिन्न घनत्व वा निविड़त्व विशिष्ट वायु-स्तर मे सन्निहित दो स्तरोंका किञ्चिदंश एक दूसरे के साथ मिलजाता है, अर्थात् एक स्तर के परमाणु, सन्निहित दूसरे स्तर के परमाणुओं के साथ कुछ दूर तक मिलजाते हैं।

१८। वायु मे गुरुत्व होने से भू केन्द्र की ओर इसका दबाव स्वभावतः होता है; इसीलिये किसी वस्तु पर उसका दबाव उस वायु स्तम्भ के बोझ के तुल्य है जो उस वस्तु पर हो। वायु मे दबाव वा बोझ इसप्रकार निश्चित होता है कि एक छोटी काच की नली का निचला मुख यदि जलमे डुबो रक्खें और उसके उपाले मुख से वायु को चूस लें वा आकर्षण करलें तो जल नली मे ऊपर को चढ़ जाता है; इसका हेतु यहि है कि बाहिर तो जल के उपरितल पर वायु का बोझ है पर नली के भीतर के जल पर नहि। नली को वायु शून्य करने से उसमे जल उतना हि चढ़ता है जितना कि बाहिर के जल पर वायु का बोझ है*; परीक्षा द्वारा देखा गया कि वायु शून्य नलमे ३२ फुट के ऊपर जल

* यह नियम इटली देशीय टारिसेली नामक एक विद्वान ने सन् १६४४ ईसवी मे आविष्कृत किया था।

(१) Elasticity

नहि चढ़ता; इस रीति से निरूपित हुआ है कि समुद्र के समतल पर प्रतिवर्ग इञ्च स्थान पर वायु का बोझ प्राय (१) १५ पौण्ड है; और यह बोझ वस्तुओं के पार्श्व मे, ऊपर नीचे सब ओर पड़ता है, क्योंकि वायु प्रभृति का दबाव सब ओर समान है। अतएव मनुष्य शरीर के प्रति वर्ग इञ्च पर भी १५ पौण्ड वायवीय दबाव है, और यह दबाव वा बोझ मनुष्य कभी सम्हाल न सकता यदि उसके शरीर के भीतर नाड़ी शिरा, धमनी अस्थि प्रभृति मे भी उतनाहि दबाव न होता, भीतर का दबाव बाहेर के दबाव को रोकता है, इसलिये मनुष्य को वायु का कुछ भी भार प्रतीत नहि होता। शरीर के किसी भाग से यदि वायु का बोझ हटा लिया जाय तो उस भाग का रक्त बाहेर निकलने की चेष्टा करता है, यथा सिंही लगाने मे, सिंही के भीतर की वायु जो चूंष ली जाती है इसलिये भीतर के दबाव से सिंही द्वारा आछन्न मांस फूल जाता है, यदि पछने लगा दिये जांय तो रुधिर बाहेर निकल कर सिंही मे भर जाता है।

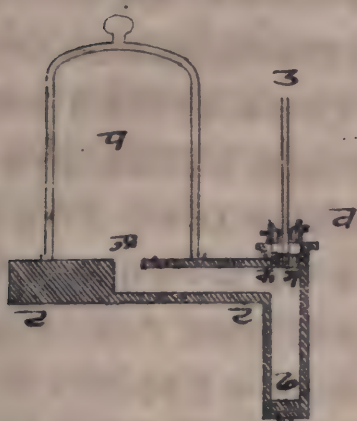
९९। वायु का दबाव जल के उपरितल पर हि नहि, उसके भीतर भी बराबर उतनाहि दबाव पड़ता है जितना कि ऊपर; इसीलिये जल का उतना घनत्व

(१) वास्तव मे दबाव विभिन्न अवस्थानुसार १४ पौण्ड से १५ पौण्ड तक होता है। कई विद्वानोंने १४·६ पौण्ड लिखा है।

है जितना कि देखा जाता है। यदि एक पात्र को जल से भ-
र्भी मुंह भरकर वाय्वा (१) कर्षक यन्त्र के नीचे रख दिया जा-
य तो वायु के दबाव के हट जाने से जल फैल कर उछ-
ल पड़ेगा। साधारण अवस्था मे जल के साथ वायु के
कुछ परमाणु मिश्रित रहते हैं; जल के ऊपर से वायु
का दबाव कुछ लघु होने से ये वायु के परमाणु फैल-
ते हैं, और जल की अपेक्षा इनका आपेक्षिक गुरुत्व
न्यून होने से ये जल के ऊपर छोटे२ विन्दाकार होकर
आजाते हैं और उड़जाते हैं। जल को उष्ण करने से भी
यही होता है, वायवीय विन्दु जल के ऊपर आकर उड़
जाते हैं अथवा पात्र के भीतर संलग्न रहते हैं। काच-
पात्र मे जल को बन्द करके रखने से ऊन्त यदि एकाएक
क कुछ उष्ण होजाय तो उस पात्र के भीतर छुद्र२ वाय-
वीय विन्दु दृष्ट होंगे। उत्तप्त जल मे कच्चे जल की अपे-
क्षा वायु का अंश न्यून होने से उसका स्वाद कुछ फीका
सा प्रतीत होता है।

२०। (१) वाय्वाकर्षक यन्त्र - इस यन्त्र द्वारा जिस पा-
त्र मे से इच्छा हो वायु खेंच ली जा सकती है। इसका
स्थूल विवरण यह है - (चित्र २० देखो)।
इस यन्त्र का प भाग एक काच पात्र है जिसे परिग्राहक (2)
कहते हैं, यह औंधामुंह एक चिकनी और चपटी प-

(1) Air pump (2) Receiver

(चित्र ३०)

टड़ी टट मे ऐसा कसा हुआ बैठाया गया है कि परिग्रा हक की धार और पटड़ी के बीच वायु प्रविष्ट नहि होसकती। पटड़ी टट मे एक प्रणाली अक है जिसका एक सिरा परिग्राहक से मिला हुआ है और दूसरा बम्बे की नली से। ग बम्बेका गद्दा है और उउ उसका डण्डा जो एक हत्थे[1] और उत्तोलन[2] डण्डे के द्वारा ऊपर नीचे किया जाता है। डण्डा उ एक कसे हुए वेष्टन व मे गति करता है। बम्बे की नली मे एक ढकना[3] ढ है जिसके द्वारा वायु निकल जाती है पर पुनः प्रविष्ट नहि होसकती। गद्दे को नीचा करने से प्रणालीस्थ वायु का कुछ भाग बाहिर निकल जाता है, और उसे ऊपर उठाने से कुछ वायु परिग्राहक मे से बम्बे मे फेर आजाती है और

(१) handle (२) lever or winch
(३) Valve

गद्दे के दूसरे धक्के मे वह भी बाहेर निकल जाती है; इस रीति से गद्दे के प्रतिवार ऊपर नीचे होनेसे परिग्राहकस्थ वायु क्रमशः हलकी होतीजाती है अन्तको ऐसी थोड़ी रहजाती है कि व्यवहार मे वह प्राय शून्यादि समझी जासकती है। ढकना ढ (जो बाहेर की ओर खुलता है) गद्दे के प्रतिवार ऊपर उठने से बाहेर की वायु के अधिक से अधिक दबाव के द्वारा रुद्ध रहता है॥

३१। वायु-शरके(१)-यन्त्र — इस यन्त्र द्वारा वायुको अक्रीतस्थ पवन की अपेक्षा अधिक घनी कर सकते हैं। (चित्र २८ देखो)

(चित्र २८)

इसचित्र मे काच का एक बन्द परिग्राहक एक चौखटेमे लगा हुआ है, एक तार और अङ्कुश परिग्राहक के भीतर प्रविष्ट हुए हैं, ये इस यन्त्र द्वारा परीक्षा के समय काम आते हैं। इस यन्त्र मे एक पिचकारी पि लगी हुई

(१) Condensing Pump

है जिसके भीतर हत्थे द्वारा एक गद्दा चलता है। जब गद्दा ऊपर आता है तब पिचकारी की नली मे जो एक ढकना लगा ड़ुआ है वह बाहेर की वायु के दबाव से भीतर को खुलता है और तद्द्वारा वायु पिचकारी के भीतर प्रविष्ट होजाती है और जब गद्दा नीचे जाता है तब वह वायु परिग्राहक मे चलीजाती है (क्योंकि ढकने के बन्द होजाने से वह बाहेर नहि निकल सकती) इस रीति से गद्दे के ऊपर नीचे करने से परिग्राहक मे बड़ुत वायु भरजाती है।

२२। किसी स्थल मे अन्तरीक्षस्थ पवन का दबाव वा बोझ निरूपण करना हो तो उसे पारा, जल वा अन्य किसी द्रव वस्तु के साथ तोलने से यह उद्देश्य अनायास से और बड़ुत ठीक२ सिद्ध होसकता है। परीक्षा द्वारा निरूपित ड़ुआ है कि समुद्रो परितल समान स्थान मे एक वर्ग इन्च पर अन्तरीक्षस्थ पवन का १५ पौण्ड दबाव ३० इन्च उच्च पारे के स्तम्भ के तुल्य है, ३३ फुट उच्च जलस्तम्भ के तुल्य है, और ३५ फुट उच्च तैल स्तम्भ के तुल्य है। अतएव सारे अन्तरीक्षस्थ पवन का बोझ हमारे ऊपर ३० इन्च गहरे पारे के समुद्र, वा ३३ फुट उच्च जल के समुद्र, वा ३५ फुट उच्च तैल समुद्र के बोझ के तुल्य है। अन्तरीक्षस्थ पवन के

दबाव का ३० इन्च पारे के तुल्य होना निम्नलिखित री-
ति से प्रमाणी कृत होता है। अनुमान ३२ इन्च लम्बी ए-
क काच की नली लो, इस नली का उपरला सिरा बन्द
हो और निचला खुला; नली के भीतर शुद्ध पारा भर-
के निचला मुख उसका अंगूठे से दाबे रक्खो ताकि
पारा गिर न जाय, एक प्याले वा पात्र मे अछ ह्रतक
पारा भरो और पूर्वोक्त नली का निचला मुख उस पात्र-
स्थ पारे मे डुबो दो, अब नली के मुख से अंगूठा हटा-
ने से दृष्ट होगा कि नली का पारा कुछ थोड़ा सा बैठ
गया है, यथा चित्र २९ मे ख तक, यह स्थान ख, पात्रस्थ
पारे के उपरितल से प्राय ३० इन्च ऊंचा होगा। इससे
यह सन्देह होसकता है कि पारा केवल ख तक हि क्यों
बैठता है सारा क्यों नहि नीचे से निकल जाता है जब
कि नली का निचला मुख खुला है। हेतु इसका यह है कि

(चित्र २९)

क से ख तक नलीके भीतर शून्य है, इसलिये नलस्थ पारे के उपरितल पर वायुका दबाव कुछ भी नहिंसो नलस्थ पारे के अपने बोझ के सिवाय अतिरिक्त और कोई बोझ नहि है जो उस पारे को नीचे दबावे, पर पात्रस्थ पारे के उपरितल (चित्र ४९ मे गनच) पर अनंशील पवन का सारा दबाव है, जो कि नलस्थ पारा प्राय ३० इन्च से नीचे नहि गिरता इससे जाना जाता है कि उसका बोझ पात्रे पारिस्थ वायु के दबाव के तुल्य है; अतएव सिद्ध हुआ कि वायु का दबाव प्राय ३० इन्च पारे के दबाव के तुल्य है। परीक्षा से यह भी देखागया है कि जहां वायु का दबाव अल्प है, यथा पर्व्वतादि पर वहां पारा उक्त नलमे ३० इन्च से नीचे बैठता है और जहां दबाव अधिक है, यथा समुद्रतलसे निम्न भूमि गर्त्तादि मे, वहां पारा ३० इन्च से ऊपर चढ़ता है। कृत्रिम उपाय द्वारा वायु को हल्की वा घनी करने से भी इसी प्रकार पारे का उतराव चढ़ाव होता है। और शीतोष्णता द्वारा वायु हल्की वा घनी होने से भी ऐसा हि होता है। (१)

२२। वायु मापक-यन्त्र- वायु के लाघव गौरव और नलस्थ पारे के उतराव चढ़ाव का उक्त सम्बन्ध देखकर विद्वानोंने वायु मापक यन्त्र बनाया है जिस-

(१) Barometer

का एक चित्र नीचे दिया जाता है।

(चित्र ३०)

साधारण वायु मापक यन्त्र ३० इन्च से कुछ अधिक लम्बी काचकी पतली नलीका बनता है; इसका निचला सिरा ऊपरकी ओर मुड़ा हुआ होता है जैसे चित्र ३० मे। इस नलीमे पारे को बड़ी सावधानता से भरते हैं, जिससे इसके ऊपर के सिरेमे कुछ स्थान सम्पूर्ण रूपसे वायु शून्य होजाता है। नल के मुड़े हुए भागमे जो पारे का उपरितल है उसपर पवन का दबाव है, वहां एक छोटा सा लोहेका वा सब पारे पर तर रहा है। इस सबमे एक सूत्र लगा हुआ है; वह सूत्र एक छोटी गरारी ज पर होकर नीचे को लटका हुआ है और एक छोटे गोले व को थामे हुए है। गरारी पर सूतकी रगड़से एक छोटी सूच-

(१) (२)
क-सूई सरकती है, और वह सूई पासके मण्डल-प-
त्र पर अङ्क दिखलाती है, उन अङ्कोंसे वायुके दवा-
व का अंश ज्ञात होता है, क्योंकि दवाव अल्प होनेसे
पारे का (खुला हुआ) उपरितल ऊपर उठता है और
दवाव अधिक होनेसे नीचे बैठता है, उसके साथ२
हि अब भी उपर नीचे होता है, और तदनुसार सूच-
क सूई सरकती है। ये सचक्र(३) वायु मापक यन्त्र क-
हलाते हैं, पर इनसे भी श्रेष्ठ और अधिक ठीक य-
न्त्र वे हैं जिनकी लम्बी नली पर हि चढ़ाव उतराव
के अंश लगे हुए हैं। इस नली मे पारा प्रायशः २९
से ३० इन्च के भीतर२ रहता है, २९ से नीचे २८ इन्च
तक और ३० के ऊपर ३१ इन्च तक कभी, पर बहुत
कम, जाता है, उक्त लम्बी नली मे पारा जब उतरता
है तब उससे वायु के दवाव की न्यूनता समझी जा-
ती है, और जब पारा चढ़ता है तब उससे दवावकी
अधिकता समझी जाती है। दवावकी न्यूनता से
वायु फैलती है अर्थात् विकाशित होती है, इसलि-
ये वह ठण्डी होजाती है (क्योंकि सूर्य्य किरण अल्प
संख्यक परमाणु पर ठहराते हैं) और जिसदेश जली-
य अंशको वृष्टि रूपसे धरातल पर गिरने की सम्भा-
वना होती है। अतएव वायु मापक यन्त्र मे पारे के उत-

(१) Index (२) Dial (३) Wheel. barometer

राव से दृष्टि प्रभृति की सम्भावना होती है और चढ़ाव से तद्विरुद्ध की; उसी अनुसार वायु मापक यन्त्र का मण्डल पत्र अङ्कित किया जाता है। इस यन्त्र से पर्वतादि की ऊंचाई भी निर्णीत होती है। क्योंकि अन्तरीक्षस्थ पवन की सारी ऊंचाई पारेको नल मे जब ३० इन्च सम्हारती है तब स्पष्ट है कि ज्यों२ हम ऊंचे चढ़ेंगे त्यों२ वायु का दबाव अल्प होगा और उस दबाव से पारे का बोझ भी थोड़ा सम्हारा जायगा। परीक्षा से देखा गया है कि ५०० फुट की ऊंचाई पर पारा प्राय आध इन्च बैठ जाता है; पर पारे का उतराव बराबर इसी क्रमसे नहिं होता, क्योंकि अन्तरीक्षस्थ सारे पवन का प्राय आधा बोझ प्राय ३ मैल के भीतर२ है और अवशिष्ट आधा बोझ प्राय ५० मैल की ऊंचाई तक फैला हुआ है। अतएव (समुद्र से) तीन मैल की ऊंचाई पर नली का पारा प्राय १५ इन्च रहजाता है और चार मैल की ऊंचाई पर १२ इन्च। ऊंचाई मापक वायु मान यन्त्र की नली पर बराबर अङ्क लिखे रहते हैं कि इतनी ऊंचाई पर पारा इस अंश पर ठहरता है, इससे पहाड़ के जिस किसी स्थान पर हम पहुंचे उसीकी ऊंचाई निरूपित होसकती है। पर इस यन्त्र द्वारा ऊंचाई स्थूल रूप से जानी जाती है बहुत ठीक२

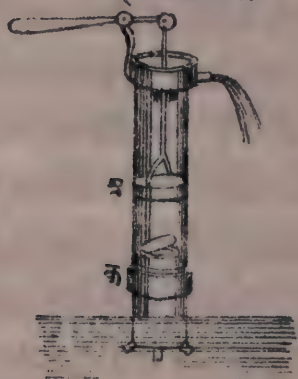
नहि, क्योंकि शीतोष्णता की न्यूनाधिकता से भी पारा सङ्कुचित विकशित होता है; अतएव एतन्निमित्त जो अन्तर पड़ता है उसके संशोधन के लिये वायुमान और तापमान[1] एतदुभय यन्त्र की अवस्था को देखकर ऊंचाई निरूपण करनी चाहिये। उष्णता की न्यूनाधिकता से वायुमान यन्त्र का पारा कितना बैठता है इसकी तालिका परीक्षा द्वारा बनाई गई है। यथा, (शून्य) ० और ३२ अंश के भीतर यदि उष्णता एक अंश न्यून हो तो वायुमान यन्त्र में पारा ०.००२४ इञ्च उतरता है, और ३२ और ५२ अंश के भीतर ०.००३२ इञ्च चढ़ता है।

५४। जल पर वायु का दबाव- यह विविध रीति से जाना जाता है। किसी पात्र में जल अथवा मुंह भर दो, और जल के सारे उपरितल पर एक कागज़ का टुकड़ा रखदो, फेर उस कागज़ को हाथ से दबाकर सावधानता के साथ पात्र को अंवधा करो तो देखोगे कि कागज़ पानी के साथ चिपका रहेगा और पानी नीचे नहिं गिरेगा क्योंकि उसके नीचे वायु का दबाव है।

५५। बम्बा- कूपादि से पानी उठाने के लिये जो चोषक बम्बा व्यवहृत होता है उसका तत्व यहि है कि एक जलस्तम्भ के ऊपर से वायु का दबाव हटा लिया जाता है अर्थात् उसके ऊपर तक नल को वायु

(1) Thermometer

शून्य कर देते हैं, और बाहेर जलाशय के ऊपर जो पव-
न का दबाव है उससे नल मे जल चढ़ता है जबतक
कि उसका बोझ बाहेर के दबाव के तुल्य न हो। चित्र
३१ मे एक साधारण चोषक बम्बा प्रदर्शित हुआ है

(चित्र ३१)

इस बम्बे की नल मे गद्दा अ बहुत कसकर लगा हुआ
है, इस गद्दे मे ऊपर की ओर खुलने वाला एक द्वार[1] है
(पर चित्र मे वह रुद्ध है)। जब गद्दे को ऊपर उठाते हैं
तो जिस स्थान मे उसकी गति होती है वहां की वायु
प्रति उठाव मे क्रमशः लघु होती जाती है और बाहेर
जल के उपरितल पर जो वायु का दबाव है उससे न-
ल के भीतर जल उठता है, तब द्वार क ऊपर की ओर
खुल जाता है, और कई वार की चोट से पानी उसके
ऊपर चढ़ जाता है। गद्दे के ऊपर की चोट समाप्त होने

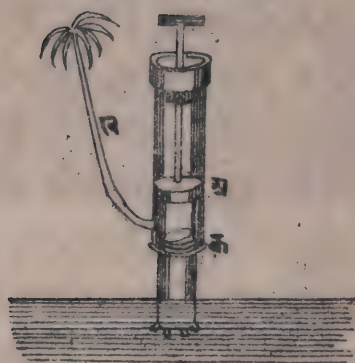
(1) Valve

से, उसे फेर नीचे किया जाता है, और पानी ढकने के द्वार से गढ़े के ऊपर आजाता है और दूसरी उपरली चोट से पतनाले के द्वारा बाहेर निकल आता है। स्पष्ट है कि गढ़ा के नीचे होने से पानी बम्बे के बाहेर नहि निकल सकता क्योंकि निचला ढकना उससे नीचे को दब जाता है और पानी के निकलने का पथ बन्द कर लेता है। इस रीति से बम्बे के द्वारा जितना ऊंचा चाहें जल उठा सकते हैं; पर निचला वा जड़ा हुआ ढकना जल के उपरि तल से ३४ फुट से न्यून होना चाहिये। तथापि बड़े गहरे जल को इस रीति से उठाने मे लाभ नहि। जहां बड़ी गहराई से पानी उठाना होता है वहां प्रायशः कई बम्बे ऊपर नीचे लगाये जाते हैं॥

३६। प्रेरक[1] बम्बा- इस बम्बे का गठन उक्त चोषक बम्बे से कुछ भिन्न है, क्योंकि इसका उद्देश्य जल को सम्पूर्ण ऊपर उठाना नहि, पर कुछ ऊपर उठाकर बल पूर्वक बाहेर निकालना है, जैसे कि आग के बुझाने के निमित्त और वाष्पीय यन्त्र के जलधार मे जल प्रदान करने के निमित्त आवश्यक होता है। चित्र ३२ देखो।

इस यन्त्र के गढ़े अ मे द्वार नहि; जब यह ऊपर को होता

(1) Forcing pump

(चित्र ३१)

है तब इसके साथ पानी उठता है, और जब यह नीचे होता है तब ढकना क बन्द होजाने से नीचे तो पानी आ नहि सकता नली ख मे से बल पूर्व्वक बाहेर निकलता है। वाष्पीय यन्त्र के जलाधार मे जल भरने के निमित्त भी ऐसाहि बम्बा आवश्यक होता है, ताकि उक्त जलाधारस्थ वाष्प के दबाव को बम्बे द्वारा प्रेरित जलका बल रोक सके। साधारण उपाय से यदि उस मे जल भरा जाता तो बहुत वाष्पका अपव्यय होता। यह भी स्मरण रखना चाहिये कि ठण्डा वा कोष्ण जलहि बम्बेके द्वारा उठाया जासकता है, जलकी उष्णता यदि एक विशेष अवधिके ऊपर हो, अर्थात बहुत से बहुत प्राय १५० अंश, तो चोषक गड्डे द्वारा नल शून्य नहि होती, क्योंकि शून्य सम्पाद-

न का यत्न करने से जल में से भाप निकल पड़ती है जो वायु शून्य स्थान मे भर जाती है और जल को उठने नहि देती; अर्थात् उष्ण जल के ऊपर से वायु का दबाव उठालेने से जल वाष्प छोड़कर उबलने लगजाता है, फेर बम्बे को चाहे कितनाहि चलाओ कुछ भी फल नहि होता॥

१८। नाड़ी यन्त्र(१)– वायवीय दबाव जलीय नाड़ीयन्त्र मे स्पष्ट उपलब्ध होता है। चित्र ३३ मे एक प्रकार नाड़ी यन्त्र प्रदर्शित हुआ है–

(चित्र ३३)

इस चित्र मे जो नली दृष्ट होती है वह दो समान भागों मे मुड़ी हुई है और उसके दोनों सिरे खुले हुए हैं। उसे यदि जल से पूर्ण करके औंधा करदें, अर्थात् उसके दोनों सिरे नीचे करदें, तोभी उसका जल न गिरेगा क्योंकि नलस्थ जल के गुरुत्व का दबाव इतना नहि है जितना कि नल के दोनों सिरे पर वायु का द-

(१) Syphon

बाव है। फेर उस नल का एक सिरा यदि किसी जल पात्र मे डुबो दिया जाय तो वह पात्र दूसरे छिद्र के समतलतक रीता होजायगा। इसका हेतु यह है कि वायवीय दबाव तो दोनो सिरे पर समान है पर उसके विरुद्ध नलस्थ जल के गुरुत्व का दबाव एक सिरेपर अधिक है दूसरे सिरे पर (पात्रमे डूबे हुए होनेसे) अल्प है; अतएव जबतक दोनों ओर का दबाव समान नहो तबतक पात्रस्थ जल अवश्य निकलता चला जायगा। ऊपर जो नाड़ी यन्त्र अङ्कित हुआ है उसके दोनों सिरे पर दो जल पात्र संयुक्त हैं, जिन के हेतु नल सर्व्वदा जल से पूर्ण रहती है और जब आवश्यक हो तुरन्त काम मे आसकती है। व्यवहार मे नाड़ी यन्त्र प्रायशः दो असमान भाव विशिष्ट होता है जैसा कि चित्र २४ मे प्रदर्शित हुआ है –

(चित्र २४)

नलके छोटे भाग को जलपात्र मे डुबोनेसे और दूसरे मुख अ मे उसके भीतर के वायु को खेंचलेने से पात्रस्थजल नल द्वारा सारा निकल जाता है। हेतु इसका वही है जो कि ऊपर कहागया, अर्थात्, अ पर ऊपर की ओर दबाव, वायवीय दबाव और अक जलराशिके खड़े (नीचेकी ओर) दबाव के अन्तर के तुल्य है; और इसीप्रकार ख पर दबाव, वायवीय दबाव और कख जलराशि के खड़े दबाव के अन्तर के तुल्य है; पर शेषोक्त दबाव प्रथमोक्त दबाव से अधिक होनेसे पात्रस्थ जल ख से क की ओर अधिक बल से प्रेरित होता है इसलिये पात्र रीता होजाता है। अ के ऊपर नल मे अवरोधक[1]-ढकना लगा देनेसे जल के गिरनेको जब चाहें रोक दे सकते हैं। इस प्रकार नाड़ी यन्त्र द्वारा पीपे मे से मद्द निकाला जाता है। तड़ाग प्रभृति जलाधार से इस उपाय द्वारा जल भी निकाल सकते हैं। कहिं २ नगरों मे इस प्रकार नाड़ी यन्त्र द्वारा जल प्रेरित हुआ है, पर वहां दूरस्थ क्रूर निर्झर प्रभृतिसे जल को उच्च भूमि पर लाकर उस पर नाड़ी यन्त्रस्थापन किया गया है।

२८। नाड़ी यन्त्रीय निर्झर— कोई २ निर्झर ऐसे हैं जो वायवीय दबाव द्वारा वायु शून्य छिद्र से निर्गत

(१) *Stop Cock*

होते हैं, इन्हे नाड़ी यन्त्रीय निर्झर कहते हैं। ऐसे निर्झ-
रों के दृष्टान्त नीचे दिये जाते हैं। चित्र ३५ देखो

(चित्र ३५)

चित्र ३५ मे अकख एक पहाड़ है, गघङ उसके बीच
मे एक गर्त्त है, जिसमे ज जल है। उक्त गर्त्त मे जल ना-
ली ञञखछ से गिरता है। यह नैसर्गिक नाड़ीयन्त्र
है, जिसका एक सिरा म पर जल से मिला हुआ है,
और दूसरा सिरा कई शाखाओं मे विभक्त हुआ है जि-
नका जल पहाड़ से ऊऊऊऊ स्थानोंपर निकलता
है। जलाशय ज मे एक दूसरी धार ड, च स्थान से
निकली हुई है, और ण स्थान पर पहाड़ से गिरती है,
पर इस समय हम उसको च पर बन्द समझेंगे। अब
यदि उक्त जलाशय क्ष क्ष क्ष क्ष छिद्रों द्वारा पतित
जल से ड तक पूर्ण होजाय तो नाड़ीयन्त्र के सर्व्व

लिखित नियमानुसार वह (जलाशय) प स्थानतक रीता होजायगा और उसका जल निर्झर ऊऊऊऊ मे गिरेगा क्योंकि वे सब च स्थानसे जहांतक नाड़ीयन्त्र मे जल चढ़ता है नीचे हैं। जब जलाशय का सारा पानी नाड़ीयन्त्र द्वारा निकल जायगा तब निर्झरों का बहना बन्द होजायगा जबतक कि वह गर्त्त, ऊ तक फेर जल से पूर्ण न हो, और ऐसा होने से उक्त निर्झर फेर बहने लगेंगे, इसी क्रमसे कभी वे निर्झर बहते हैं और कभी बन्द रहते हैं, इसप्रकार निर्झरों को सामयिक(१) निर्झर कहते हैं। कोई २ निर्झर ऐसे हैं जिनका प्रवाह कभी सम्पूर्ण बन्द नहि होता पर घटता बढ़ता है, इन्हे अनवस्थ(२)-निर्झर कहते हैं। इनके जलके घटने बढ़ने का हेतु यह है कि पर्वत-कुक्षिमे ऊपर नीचे दो गर्त्त वा जलाशय होते हैं, उपरले जलाशय से एक नाली निकलकर (पर जो नाड़ीयन्त्राकार नहि है) निचले जलाशय की नाली के साथ मोड़ च के आगे मिलती है। प्रथमोक्त नाली, प्रवाह को कभी शुष्क नहि होने देती चाहे निचला जलाशय भी शुष्क होजाय, पर जब निचला जलाशय ऊ तक पूर्ण होता है तब प्रवाह बहुत बढ़ जाता है और जबतक निचले जलाशय का सारा जल

(१) Intermitting Spring
(२) Variable or Reciprocating Springs

न निकल जाय तबतक वह प्रवाह बन्धा रहता है। कहीं२ ऐसे निर्झर हैं जो शुष्क ऋतु मे वहते रहते हैं पर बरसात मे प्राय बन्द होजाते हैं। इसका हेतु यह है; कल्पना करो कि उ ए नाली य के पास खुली हुई है और जलाशय का जल बहुत नीचे है जैसा कि शुष्क ऋतु मे रहता है, अर्थात इतने नीचे है कि नाड़ीयन्त्रीय नाली च ट मे से वह निकल नहि सकता, तब ए नाली का प्रवाह अच्छा बना रहेगा। पर वर्षा ऋतु मे जलाशय जब उ तक भरा होगा तब नाड़ीयन्त्रीय नाली का प्रवाह आरम्भ होगा, सो नाड़ीयन्त्र का मुख उ ए नाली के मुख य से यदि नीचा हो और उससे सारा जल जो छछछछ छिद्रों से गिरता हो निकल जाया करे तो ए का प्रवाह कुछ भी नहि रहेगा क्योंकि तब य जल के उपरितल से ऊपर होगा। उक्त जलाशय मे ए के सिवाय यदि और कोई नाली न हो तो उस का प्रवाह सर्वदा बना रहेगा/ अधिकांश निर्झर इसी प्रकार के होते हैं। फलतः अधिकांश निर्झर किसी निकटवर्ती पर्वतस्थ गुप्त वा प्रगट जलाशय से हि प्रवाहित होते हैं और उन जलाशयों मे दृष्टि वा गुप्त सरिता का जल आता है। निर्झर कभी अपने जलाशय से ऊंचे नहि उठ सकते; और जल कहुं भी जलाशय

के समान ऊंचे नहि उठ सकते क्योंकि कुछ तो वायु के निरोध से और कुछ उनके टेढ़े उठने से वे अपनी पूरी ऊंचाई नहि पाते।

२९। वाष्प – हिमत्वांश*(1) से ऊपर जल की उष्णता होने से उसमे से शनैः २ वाष्प निकलना आरम्भ होता है अर्थात् जल का कुछ अंश वाष्प रूपमे परिणत होता जाता है, पर जब जल की उष्णता उस अंश पर पहुंचती है जहां वह उबलने लगता है तब वह बहुत शीघ्र और अधिक परिमाण से वाष्प रूपमे परिणत होता है। क्वथनांश(2) अर्थात् उबलने योग्य उष्णता का अंश वायवीय दबाव के परिमाण भेद से न्यूनाधिक होता है, और सब द्रव वस्तुओं मे समान नहि होता। अन्तरिक्षस्थ पवन के साधारण दबाव मे सुरा १७२ अंश पर उबलती है, जल २१२ अंश पर उबलता है, खारी प्राय ६०० अंश पर, और पारा ६६२ अंश पर उबलता है। वायवीय दबाव को यदि अधिक करदें तो उबलने के लिये अधिक उष्णता आवश्यक होगी, और उक्त दबाव को न्यून करने से उक्त परिमाण अपेक्षा अल्प उष्णता से हि द्रव वस्तु उबलने लगेगा। जल के उबलने से जो वाष्प उत्पन्न होता है वह स्वच्छ, वर्ण रहित, और वायु की न्याई अदृश्य वस्तु है।

* जल जितने अंश शीतल के प्राप्त होने से जम जावे उसे हिमत्वांश कहते हैं, फारनहीट से तक तापमान यन्त्र के ३२ अंश पर जल जमता है।

(1) Freezing point. (2) Boiling point

वाष्पीय यन्त्र की पाकस्थलीमे यदि हम देख सकते तो उबलते हुए जल के सिवाय वहां और कुछ भी नहि दीखता, उष्णजल से जो श्वेत धम्र की न्याई भाप निकलती है वह वाष्प के आंशिक जमने से उत्पन्न होती है, अर्थात् वाष्प जब फेर जल रूपमे परिणत होने लगता है तब श्वेत वर्ण भाप का रूप धारण करता है। एक घन इञ्च जल से २१२ अंश की उष्णता मे ठीक एक घन फुट वा १७२८ घन इञ्च वाष्प उत्पन्न होता है, अर्थात् जल वाष्प रूपमे परिणत होनेसे पहिले की अपेक्षा १७२८ गुण स्थान रोकता है; इस अवस्था मे वाष्प का आपेक्षिक गुरुत्व वायु अपेक्षा न्यून होता है। वायु के घनत्व को यदि १ से निर्देश करें, तो वाष्प का घनत्व ०.६२५ होता है। वाष्पका "प्रसरण बल"(9) (अर्थात् जितने बलसे वह फैलना चाहता है) उष्णता के अनुसार विभिन्न होता है। २१२ अंश की उष्णता मे उक्त बल प्रतिवर्ग इञ्च १५ पौण्ड है, अर्थात् जिस पात्र मे वह रहता हो उसके एक वर्ग इञ्च पर वह अपने फैलने के लिये १५ पौण्ड का बल करता है; यह बल बाहर से वायु के दबाव के तुल्य है। २५० अंश की उष्णता मे वाष्प का प्रसरण बल प्रति वर्ग इञ्च ३० पौण्ड होता है; २७२ अंशमे ४५ पौण्ड, और २९० अंशमे ६६ पौण्ड।

(9) Elastic force

प्रसारण बल की ज्यों २ अधिकता होती है त्यों २ वाष्पके
घनत्व की भी अधिकता होती है, क्योंकि किसी परि-
मित स्थान मे वाष्प के परमाणु जितने अधिक होंगे
उतना प्रसारण बल भी उतनाहि अधिक होगा।

२०। मज्जन-घण्टा(१) - किसी पात्रको औंधा करके
यदि जलमे डुबोवें तो वह जल से सारा पूर्ण नहि
होता, हेतु इसका यह है कि पात्रस्थ वायु जलको
अपने स्थान मे आने नहि देती, क्योंकि यह नियम है
कि दो जड़ वस्तु एक स्थान मे रह नहि सकते, पर
जलके दबाव से वायु कुछ सङ्कुचित होजाती है।
मज्जन-घण्टे इसी तत्वानुसार बनते हैं। चित्र २५
देखो-

(चित्र २५)

इस चित्रमे घण्टा या लोहे का एक चौरस सिन्दूक है
जिसकी निचली तली खुली हुई है। यह घण्टा का

(१) Diving bell

सिन्दूक ६ से ८ फ़ुट तक ऊंचा होता है; हद शृङ्खल श द्वारा जहाज़ से समुद्र के भीतर लटका है। इसके सिर पर दो वा तदधिक मुकुर म लगे होते हैं, ताकि उसके भीतर ऊपर का उजियाला आता रहे। सिन्दूक के पार्श्व में मनुष्यों के बैठने का स्थान घ घ होता है। एक चमड़े की नल न द्वारा ऊपर से इसमें वायु आती है, नल के मुख पर एक अवरोधक ढकना है जिस के द्वारा जब चाहें वायु को बन्द कर दे सकते हैं। घंटा समुद्र भूमि से स्पृष्ट नहिं होता है, एक दो फ़ुट ऊंचा रहता है, ताकि समुद्र गर्भस्थ जो वस्तु ऊपर भेजनी हो वह घण्टे के नीचे से बाहेर निकाल दी जासके। चित्र में दो मनुष्य एक लट्ठे को रस्सी र द्वारा बांधकर बाहेर निकाल रहे हैं। जब उठाने वाली वस्तु बंधकर बाहेर होजाती है तब घण्टास्थ मनुष्य कोई पूर्व निर्दिष्ट इङ्गित द्वारा जहाज़ के ऊपर के मनुष्यों को जता देते हैं, तब वे उसे ऊपर खेंच लेते हैं। घण्टे के भीतर जल बहुत थोड़ा प्रवेश करता है, क्योंकि एक्वीक चमड़े की नल द्वारा नावस्थ मनुष्य बम्बे की सहायता से उसके भीतर वायु भेजते रहते हैं जो जल को घण्टे के ऊपर बहुत नहिं चढ़ने देती, ऐसा न करें तो ३४ फ़ुट की गहराई पर जल का दबाव इतना होता

है कि उससे वायु सङ्कुचित होकर पहिलेसे आधेस्थान पर रहजाती है अतएव घण्ठे की आधी ऊंचाई तक जल चढ़जाता। नल द्वारा वायु भेजने का एक और उद्देश्य यह है कि घण्टास्थ मनुष्यों को शुद्ध वायु श्वास प्रश्वासकेलिये मिलती रहे; उनके प्रश्वाससे निकली हुई अशुद्ध वायु एक और नल द्वारा (जो घण्टे के ऊपर लगी होती है) ऊपर निकाल दी जाती है; पर कहीं२ यह नल नहिं भी होती, अशुद्ध वायु भारी होनेसे नीचे बैठ कर घण्टे के नीचेसे बाहर निकलजाती है, और बुद्बुदाकार से जल के ऊपर उठती है।

३।। अंगीठी— वायु उष्ण होने से पतली होकर ऊपर चढ़ती है, इस तत्वानुसार घरों मे ऊपर की ओर उष्ण वायु के निकलने का पथ और नीचे नूतन वायु के आने का द्वार रक्खा जाता है। श्वास प्रश्वास द्वारा और गृहाभ्यन्तरस्थ अग्नि द्वारा पवन का अम्लजन (१) नामक अंश व्यय होजाता है अतएव उसके पुनः सङ्ग्रह के लिये घर के भीतर नूतन वायु का सर्व्वदा आनाअत्यन्त आवश्यकीय है। उष्ण वायु खिड़की प्रभृति छिद्र और अंगीठी से (चित्र ३ देखो) ऊपर निकल जाती है; उसके स्थान मे नूतन वायु गृहद्वार प्रभृतिसे प्रविष्ट होती है। अतएव सब घरों मे वायुके आगम

(१) Oxygen

और निर्गम का उपाय रखना चाहिये नहि तो रहने वाले दूषित वायु द्वारा पीड़ित होसकते हैं।

(चित्र ३७)

इति वायुक तत्व समाप्तम्।

ग्रन्थकर्त्ता के विरचित विक्रेय पुस्तक

	मूल्य बिना महसूल
सरल व्याकरण, संस्कृत का हिन्दी में ··················	१)
लघु व्याकरण, ·········· तथा ··················	॥)
नवीन चन्द्रोदय, हिन्दी का व्याकरण ··················	१≡)
तत्त्वबोध, हिन्दी ··················	॥)
उपनिषत्सार, संस्कृत हिन्दी ··················	॥)
लक्ष्मी सरस्वती संवाद, हिन्दी, (कन्याओं की पाठ्य पुस्तक)	
प्रथम भाग ··················	≡)
द्वितीय भाग ··················	।)
शब्दोच्चारण (नवीन अक्षर, शीघ्र लिखने योग्य) ·····	=)
सद्धर्मसूत्र ··················	≡)
जलस्थिति, जलगति, और वायुकतत्त्व ··················	॥)

निदर्शन। जिन्हे इन पुस्तकों मे से कोई पुस्तक मोल लेना हो वे ग्रन्थकर्त्ता के नाम अथवा "रेजिष्ट्रार पञ्जाब युनिवर्सिटि कालेज, लाहोर" इस पते से, मूल्य सहित पत्र भेजें। डाक महसूल अर्थात् भी प्रति पुस्तक =) के हिसाब से भेज दें। सरल व्याकरण के निमित्त महसूल ≡) भेजना चाहिये